R

Phys. Sp. ~~489~~ 565 (7

Physica. De atmosphaera de meteor. — 437.

HISTOIRE
NATURELLE
DE L'AIR
ET
DES MÉTÉORES.

R

HISTOIRE NATURELLE DE L'AIR ET DES MÉTÉORES,

Par M. l'Abbé RICHARD.

TOME SEPTIEME.

A PARIS,
Chez SAILLANT & NYON, Libraires, rue Saint-Jean-de-Beauvais.

M. DCC. LXXI.

Avec Approbation, & Privilège du Roi.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

TABLE DES TITRES DU TOME SEPTIEME.

INTRODUCTION, *page* 1

DISCOURS ONZIEME.

SUR LES MÉTÉORES AQUEUX.

De la neige & de la grêle 27

§. I. *Premières idées sur la formation de la neige, & les causes de sa chûte*, 28

§. II. *Observation de Descartes sur la manière dont la neige se forme*, 40

§. III. *Variété des figures que prend la neige dans les différens climats*, 53

§. IV. *Premières qualités de la neige*, 71

§. V. *Température de l'air où la neige se forme & se conserve; en quelle quantité elle peut tomber*, 77

§. VI. *Légèreté de la neige; quantité d'eau qu'elle donne en se fon-*

dant ; ſon utilité pour la conſervation des plantes & de quelques corps, 97

§. VII. *Utilité de la neige dans les régions ſeptentrionales,* 114

§. VIII. *Qualités avantageuſes & nuiſibles de la neige. Phénomènes particuliers qui précèdent, accompagnent ou ſuivent la chûte de la neige,* 123

§. IX. *Sur la grêle,* 146

§. X. *Comment ſe forme la grêle,* 149

§. XI. *Variétés dans les formes, la groſſeur & le poids de la grêle,* 157

§. XII. *Diſpoſitions de l'air lorſqu'il grêle. Pays expoſés à la grêle. Grêles périodiques. Greſil,* 176

DISCOURS DOUZIEME.

SUR LES MÉTÉORES EMPHATIQUES, 200

§. I. *Premières idées ſur l'arc-en-ciel,* 201

§. II. *Arc-en-ciel de la caſcade de Terni en Ombrie,* 222

§. III. *Progrès des connoiſſances ſur l'arc en-ciel. Obſervations diffé-*

rentes faites successivement par les philosophes, 231
§. IV. *Hauteur de l'arc-en-ciel, & autres modifications*, 248
§. V. *Arc-en-ciel double*, 258
§. VI. *Observations particulières sur quelques arcs-en-ciel remarquables*, 281
§. VII. *Variétés de l'arc-en-ciel*, 291
§. VIII. *Arc-en-ciel blanc. Iris lunaires. Iris perpendiculaires ou verges*, 308
§. IX. *Halos de soleil & de lune. Propagation de la lumière, & modifications des substances aëriennes sur lesquelles ils se forment*, 329
§. X. *Parélies*, 360
§. XI. *Trois soleils perpendiculaires, & autres phénomènes de cette espèce*, 392
§. XII. *Paraséléènes*, 411
§. XIII. *Observations sur quelques autres phénomènes lumineux*, 423

DISCOURS

Contenus dans les quatre derniers Tomes.

TOME VII. Discours XI. Sur la neige & la grêle.

Discours XII. Sur les météores emphatiques.

T. VIII. Discours XIII. Sur le tonnerre, les éclairs & la foudre, & quelques phénomènes qui y sont relatifs.

T. IX. Discours XIV. Sur différens météores ignées, sur les phosphores naturels, & sur la nature & les qualités du feu.

T. X. Discours XV. Sur l'aurore boréale.

HISTOIRE



HISTOIRE NATURELLE DE L'AIR *ET* DES MÉTÉORES.

INTRODUCTION.

LES grands phénomènes de la nature ne portent à l'ame que des idées majeſtueuſes & quelquefois terribles, qu'elle n'a pas toujours aſſez de force pour ſoutenir. La ter-

reur prend la place de l'admiration; au lieu d'obſerver l'homme tremble: le ſouffle agréable des zéphirs ne lui paroît plus que le germe de ces vents impétueux qui doivent former les ouragans les plus formidables.

Il n'eſt plus en état de jouir du ſpectacle de la nature ſi intéreſſant & ſi varié; tout eſt pour lui un ſujet d'allarmes. Le parélie le plus brillant ne lui annonce par ſes couleurs éclatantes, qu'un trouble univerſel dans l'ordre moral: il ne voit dans les paraſélènes que des entrepriſes dangereuſes, des trahiſons obſcures; il fatigue ſon imagination, il fouille dans les faſtes les plus apocrifes pour trouver des faits qui viennent à l'appui de ſes craintes chimériques *(a)*.

(*a*) La plupart de nos hiſtoriens n'ont parlé qu'avec effroi d'un phénomène ſingulier qui parut en 1202 ſous le règne de Philippe Auguſte, dans le tems du meurtre

Mais pourquoi ces erreurs ſi univerſellement répandues? Pourquoi les éclipſes, les comètes, les météores ſinguliers & errans, enfin tous les phénomènes qui paroiſſent ſortir de la marche ordinaire de la nature font-ils partout trembler le peuple ? Nous en trouvons la cauſe, dans l'origine même du monde; dans cet état d'ignorance où les hommes croupirent ſi long-tems : lorſque les habitans de la terre ſans

d'Artus, duc de Bretagne, par Jean Sans-Terre, roi d'Angleterre : il parut, diſent-ils, cinq lunes en même-tems; la premiere au nord, la ſeconde au midi, la troiſieme à l'occident, la quatrieme à l'orient, la cinquieme au zénith, environnée d'étoiles *avec leſquelles* elle tourna cinq ou ſix tours à l'entour des autres, puis le tout diſparut. (*Mezerai, tom.* 1 *pag.* 494.) On voit ce que la crédulité & l'amour du merveilleux ont pu ajouter à l'obſervation qui ſans doute ne fut faite qu'en tremblant : mais il paſſoit alors pour conſtant que ces paraſélènes avoient annoncé à toute la terre l'aſſaſſinat du duc de Bretagne.

correſpondance les uns avec les autres, errans dans les forêts, d'où ils tiroient leur ſubſiſtance, témoins des phénomènes étonnans du feu, ſe perſuadoient que la terre qu'ils habitoient, étoit au moment de ſa deſtruction. Ils ſouffrirent de ces déſaſtres : la mémoire s'en conſerva : les pères effrayés racontèrent à leurs enfans les malheurs que leurs ancêtres avoient éprouvé : ils peignirent avec les expreſſions les plus fortes d'une imagination allarmée les ſignes qui les avoient annoncés ; ils tremblèrent, & ils tremblent encore à la moindre apparence de ces phénomènes, qu'ils regardent comme les avant-coureurs de quelques révolutions ſiniſtres. Ils crurent ſouvent les voir, où ils n'exiſtoient pas : la frayeur entretint en eux une inquiétude qui les promena dans la région des chimères : ils ne s'occupèrent plus que de ſpectacles extraordinaires : le naturel céda partout au merveilleux ; ils s'accoutumèrent à ſe laiſſer ſé-

duire par les idées les plus gigantefques, & les plus hors de la nature : les chofes les plus difficiles & les plus outrées leur parurent une fuite de ce que leur annonçoient des mouvemens, dont ils ne vouloient pas connoître la caufe.

« Les enfans, dit un poëte phi-» lofophe, s'effrayent de tout dans » les ténèbres de la nuit; ils trem-» blent au moindre bruit; ils fe » forment mille fantômes imagi-» naires qu'ils croient voir & tou-» cher; & comment ne feroient-ils » pas eux-mêmes les artifans de » leurs erreurs ! leurs parens, leurs » guides, leurs maîtres, font affec-» tés des mêmes terreurs en plein » jour; la lumière du foleil n'eft » pas capable de les diffiper : la plu-» part des phénomènes qu'ils ap-» perçoivent au ciel & fur la terre, » tiennent les fonctions de leurs » ames fufpendues par l'effroi; l'i-» gnorance des caufes les force d'af-» fujétir la nature à un pouvoir » furnaturel & tyrannique, toujours

» armé pour leur malheur & leur » destruction; parce qu'ils ignorent » ce qui peut ou ne peut point exis- » ter, & les limites invariables que » cette puissance suprême dont ils » se font une fausse idée, a pres- » crites à l'énergie de chaque être.... » Cette première erreur ne peut que » les égarer de plus en plus, & de-là » que de maux pour le reste de leurs » jours! *(a)*

(*a*) Nam veluti pueri trepidant, atque omnia cœcis,
In tenebris metuunt; sic nos in luce timemus,
Interdum, nihilo quæ sunt metuenda magis, quam
Quæ pueri in tenebris pavitant, finguntque futura.
.
Cœtera quæ fieri in terris, cœloque tuentur,
Mortales pavidis cum pendent mentibu' sæpe,
Efficiunt animos humiles formidine divum......

Leur ame ſe plie donc dès leur tendre jeuneſſe à cette malheureuſe habitude, de tout craindre, de s'effrayer de tout; & s'ils reſtent dans l'ignorance de leurs premieres années, leurs jours infortunés ne ſont plus qu'un tiſſu de craintes qui ſe ſuccèdent. Ils tremblent ſans ceſſe, juſqu'à ce qu'ils aient le bonheur de tomber entre les mains de guides plus habiles, qui leur faſſent puiſer dans l'étude de la nature, & dans la connoiſſance de ſes phénomènes, des idées nouvelles qui

Et dominos acres adſciſcunt, omnia poſſe,
Quos miſeri credunt, ignari quid queat eſſe,
Quid nequeat, finita poteſtas denique cuique,
Quanam ſit ratione atquè alte terminus hærens;
Quo magis errantes totâ regione feruntur.
Inde videre licet, qualis jam vita ſequatur.

Lucret. de rerum natura, lib. VI.

les raſſurent, en leur perſuadant que les objets de leurs frayeurs n'avoient rien de réel.

C'eſt ce que firent les premiers philoſophes; ils oſèrent pénétrer dans le ſanctuaire de la nature; ils dévoilèrent l'ordre de ſa marche; ils la firent connoître à ceux qui voulurent les écouter & les croire; ils les conduiſirent inſenſiblement de la connoiſſance des vérités ſenſibles, à celles qui ne ſont qu'intellectuelles. Pour leur apprendre de quels effets étonnans la nature eſt capable; ils leur firent examiner les productions qui ſe trouvent le plus à leur portée & ſous leurs mains: ils ſuivirent cette chaîne admirable qui en lie tous les effets; ils ne purent pas les connoître tous; mais perſuadés que les cauſes premières exiſtent & agiſſent ſans ceſſe, ils en ſaiſirent quelques réſultats, & apprirent, par leur expérience, que leurs vues étoient trop bornées, trop foibles, pour s'étendre plus loin.

Dans tous les tems on a ſuivi cette méthode pour arriver à une inſtruction ſolide & utile. A en juger par les progrès que l'on a fait depuis près de deux ſiècles dans la connoiſſance de la nature, il ſemble qu'il reſte peu à découvrir, & que l'on n'attende plus qu'un génie aſſez vaſte pour combiner les obſervations faites dans tous les climats, de l'équateur aux deux poles, & en former un ſyſtême général, ſur la vérité duquel les ſiècles à venir puiſſent compter, & qui aſſure à ſon inventeur une gloire qui paſſera juſqu'à la poſtérité la plus reculée. Mais on eſt encore loin de ce terme, tous les ſyſtêmes formés juſqu'à ce jour par des génies du premier ordre, n'ont eu qu'une durée éphémère; les loix générales qu'ils avoient établies, comme émanées des regles mêmes auxquelles la nature eſt conſtamment attachée, ont été réduites à leur juſte valeur, après que le premier enthouſiaſme qu'inſpirent les nouveautés hardies

& bien préſentées s'eſt refroidi : on a vu qu'il falloit en revenir à l'obſervation & à l'expérience, & que l'on ne connoiſſoit encore que quelques vérités générales, indépendantes de tous les ſyſtêmes.

Telle eſt celle de l'action du feu ſur toute la matière, de ce principe du mouvement qui ſe manifeſte ſous une multitude de formes différentes: on ſçait en général qu'il exiſte dans tous les corps, qu'il leur donne la vie & l'action : mais quelle eſt ſon eſſence? eſt-ce une portion de la matière très-ſubtiliſée dont les propriétés ſont fort au-deſſus de celles de la matière qui tombe ſous les ſens, qui ſert à entretenir dans la maſſe de l'univers l'harmonie & le mouvement général que lui imprima le créateur au ſortir de ſes mains?

Tout ce que l'on en ſçait de plus précis & qui étoit connu des anciens auſſi bien que de nous, c'eſt qu'il exiſte dans tous les corps, dans cette maſſe lourde, compacte & froide,

ſur laquelle nous habitons, comme dans l'air & juſques dans les profondeurs de l'océan. Ses effets connus partout ne nous laiſſent aucun lieu de douter de ſon exiſtence : cependant inviſible, il ne peut être apperçu que dans ſes effets. C'eſt ainſi que l'ame fait circuler les eſprits dans le corps qu'elle anime, augmente ſa chaleur, dirige ſes mouvemens, & donne aux nerfs leur vigueur : c'eſt pour cela que le feu a été appellé l'ame du monde.

Nous ne ſommes plus dans ces ſiècles d'ignorance & de barbarie, pendant leſquels toute combinaiſon rare de la matière, paroiſſoit un prodige. Les choſes ont changé de face : les effets du feu ſont connus : les aurores boréales ne ſont plus des armées de combattans répandues dans l'air, qui annoncent la ruine des états & la deſtruction des peuples : on ne les conſidère plus que comme un des effets les plus admirables d'un phlogiſtique extrêmement atténué, répandu dans la ré-

gion ſupérieure de l'air, comme une de ces combinaiſons brillantes de la matière, par leſquelles la nature bienfaiſante ſemble dédommager les peuples du nord de la rigueur du froid, & des longues nuits auxquels ils ſont expoſés dans la plus triſte ſaiſon.

Le feu répandu dans tout le globe, dans les eaux, dans la glace même, eſt la cauſe conſtante des exhalaiſons, des vapeurs de toutes ſortes, qui s'échappent ſans ceſſe de tous les corps, qui ſe diſperſent dans l'air, produiſent par leurs mélanges divers des corps apparens, ſur leſquels ſe peignent une multitude de phénomènes. Elles varient le ſpectacle de ce vaſte eſpace de l'air ouvert à nos ſpéculations; tantôt elles les couvrent de nuages, tantôt plus raréfiées, elles nous le laiſſent conſidérer dans toute ſon étendue ſous une couleur uniforme & douce, ſymbole de la ſérénité. Mêlées d'exhalaiſons ſulfureuſes, d'un phlogiſtique dominant, elles

servent à la génération des éclairs & des foudres : en moindre quantité, elles ne produisent que des petits météores, plus curieux, plus amusans que formidables : enfin modifiées par le feu ou le principe du mouvement, elles prennent mille formes différentes.

Il est sensible que la chaleur du soleil contribue beaucoup à cette évaporation générale : mais comme elle ne pénètre qu'une couche mince de la superficie de la terre, que les pluies les plus abondantes ne l'humectent pas au-delà de cinq à six pieds, & que si peu d'épaisseur ne pourroit pas fournir la matière d'une évaporation aussi abondante que celle qui se fait d'ordinaire ; il faut admettre un autre principe de chaleur & de mouvement intérieur, une espèce de soleil terrestre, invisible ; un feu généralement répandu, qui agissant de concert avec le soleil, contribue à l'entretien de la fécondité & du mouvement extérieur, tandis qu'il agit seul dans les pro-

fondeurs du globe, où l'on ne peut pas attribuer à une autre cause, la production des minéraux & leur régénération dans les espèces de matrices que la nature a destinées à leur formation.

Les effets de ce feu interne se manifestent sur-tout dans les régions de la terre, où il a une issue plus libre, où son action est plus développée ; dans le voisinage de ces soupiraux toujours enflammés, d'où il se répand du sein de la terre dans l'air, & vient avec un appareil éclatant joindre son action à celle du soleil. Quelles terres plus fertiles que celles des environs du Vésuve, de la Pouille, & de toute la terre de Labour, au royaume de Naples ! la Sicile, qui fut le grenier de Rome dans le tems de sa plus grande population, est encore de la même fertilité. Les eaux chaudes de Bath, qui indiquent la présence de ce feu, ne désignent-elles pas la cause de la fécondité extraordinaire du comté de Sommerset ?

La Hongrie eſt une des régions les plus riches & les plus fertiles de l'Europe. En Iſlande même, pendant le peu de tems que le ſol y eſt débarraſſé des glaces & des neiges qui le couvrent la plus grande partie de l'année, la végétation ſe fait avec une force & une promptitude ſingulières.

Si l'on jette un coup d'œil ſur l'autre hémiſphère, on verra les terres voiſines des volcans enflammés ou éteints, de la plus grande fertilité. On reconnoîtra également dans toutes les parties de la terre, de ces fourneaux ſouterrains qui élèvent de cavités en cavités, les eaux qui y ſont renfermées à une très-grande profondeur, les diſtillent & les raſſemblent dans les réſervoirs immenſes d'où les fontaines tirent leur origine.

Les plus terribles phénomènes de ce feu caché ſont les tremblemens de terre; ils ſont la plus grande preuve de ſon activité & de ſa force. Quel eſpace immenſe du globe ne

parcourt-il pas avec la plus grande rapidité, & à une telle profondeur, qu'aucune tentative de l'art ne pourra jamais réussir à nous en donner une idée satisfaisante. Pline a bien dit que le tremblement de terre n'avoit pas une autre cause que le tonnerre dans la nuée; mais quelle différence d'un corps aussi léger, aussi facile à ébranler qu'une nuée, si on la compare à cette immense étendue de terrein qu'un tremblement de terre parcourt & qu'il agite des plus violentes secousses: dans l'un & dans l'autre, c'est la matière ignée qui lutte contre la force qui lui résiste, & qui cherche à se mettre en liberté (*a*).

Tels sont les effets du feu élémentaire rassemblés dans un endroit déterminé, où il développe

(*a*) *Neque aliud est in terra tremor*, *quam in nube tonitruum*; *nec hiatus aliud quam cum fulmen erumpit : incluso spiritu luctante & ad libertatem exire nitente.* Plin. Hist. Nat. lib. 2. cap. 79.

toute son énergie. Les suites en sont toujours formidables ; dispersés ils sont la source de notre bonheur & de nos richesses. Leur action est si douce, si bien mesurée, que ravis d'admiration à la vue de la puissance suprême qui dispose à son gré d'un agent si fécond, nous oublions la cause seconde, pour fixer toute notre attention sur la cause première, comme à celle à qui nous devons le tribut de notre reconnoissance & de nos hommages. Mais n'est-il pas important de connoître la seconde, pour saisir les instans favorables de mettre à profit son action ?

C'est l'idée de ces deux causes combinées qui donna naissance au culte du feu, parmi les peuples du monde les plus anciens & les plus policés, qui y subsiste encore, dans leurs restes infortunés, qui gémissent sous un pouvoir tyrannique. On le retrouve même dans l'ignorance profonde & la grossièreté stupide de quelques habitans des terres

boréales, qui, dans l'horreur des frimats, dont ils sont presque toujours accablés, reconnoissent l'action vivifiante du feu sur la matière (*a*).

De-là, parmi les Mythologistes anciens, le mariage tant célébré de Vénus avec Vulcain, qui n'est que l'expression allégorique du principe général de fécondité répandu dans toute la nature, & dont le feu est l'instrument le plus actif & le plus nécessaire. Les phénomènes étonnans de ce feu donnèrent l'idée de ces combats violens de la matière contre la matière : les éruptions des

(*a*) Nous jettâmes l'ancre près du rivage (de la nouvelle Zemble) à une bonne profondeur, & comme le tems étoit très-clair, nous vîmes, à quelque distance, environ trente hommes qui paroissoient plus barbares qu'aucun de ceux que nous eussions encore rencontrés. Ils étoient armés d'arcs & de fléches, & à genoux pour adorer le soleil couchant.... *Voyage au nord de l'Europe, dans l'histoire des découvertes des Européens, tom. VII. pag.* 157.

volcans, les habitations englouties, les montagnes bouleversées, qui portoient imprimés sur leurs ruines, les vestiges d'un feu trop considérable, le firent regarder dans ces instans comme une divinité furieuse, aux fougues de laquelle il étoit impossible de résister. On en fit le terrible Mars, dont les charmes de Vénus, & les droits qu'elle s'étoit acquis sur son cœur, pouvoient seuls arrêter l'impétuosité. Il n'y avoit que Vénus qui pût assoupir & suspendre sur la terre & dans le sein des eaux les fureurs d'une guerre destructive : elle seule pouvoit faire goûter aux mortels les douceurs de l'abondance dans le sein de la paix.

Après les plus violens orages, la nature qui rentre dans ses droits, & dont ce feu terrible qui sembloit prêt à tout bouleverser, reconnoît enfin les loix & s'y soumet, développe sa puissance productrice avec l'appareil le plus touchant. La terre émue par la tempête en a reçu de

nouveaux principes de fertilité; tout s'y montre ſous l'aſpect de la fraîcheur, de la gaieté, de l'abondance. Chargée de fleurs & de fruits, elle contente les deſirs, en même-tems qu'elle donne de nouvelles eſpérances. Comblée des faveurs du ciel, elle étale ſes productions avec une magnificence ſuperbe : les injures de l'air deviennent des faveurs pour elle, les tempêtes renouvellent ſa fécondité (*a*). Quel changement merveilleux! des feux effrayans, des bruits redoublés, des éclats impétueux, ſont remplacés par un calme heureux, par une chaleur douce & bienfaiſante. Que le

(*a*) Ogni valle, ogni piaggia, ogni campagna,
Carca piu che mai fuſſe,
Veggio d' erbe, e di fior lieta e ridente,
De i favori del' cielo inſuperbire.
O Meraviglie! adunque,
Fien' l'ingiurie del' cielo,
Favori della terra,
Le tempeſte del ciel', ſeme de i campi. . . .

La filli di ſciro del Bonarelli, atto 1. *ſcena* 1.

ſpectacle de la nature eſt alors intéreſſant & gracieux! tout s'y montre ſous l'apparence d'une volupté ſimple & pure. C'eſt ce que les plus ſenſibles de tous les hommes, ces Grecs ingénieux qui les premiers parlèrent le langage des dieux, auxquels leur imagination avoit donné l'exiſtence, repréſentèrent dans les amours de Mars & de Vénus.

Il eût été trop difficile d'élever d'abord les eſprits du vulgaire juſqu'à la connoiſſance des grandes vérités phyſiques : comment lui perſuader que ces mouvemens convulſifs dont la terre étoit agitée, ces bruits ſouterrains qui l'épouvantoient, n'étoient que l'effet du feu, tandis qu'une ancienne tradition lui faiſoit croire que tout ce fracas étoit occaſionné par la fureur des dieux infernaux, qui de tems à autres ſe manifeſtoient à lui ſous la figure d'ombres effrayantes, armées de feux dévorans ? c'étoit ainſi qu'il voyoit les éruptions accompagnées de flammes & de fumées.

Il falloit une longue ſuite de ſiècles, des expériences & des obſervations multipliées ſur la marche de la nature & ſes phénomènes les plus éclatans, pour ſe perſuader que du ſein des plus fortes révolutions naiſſoient l'ordre, l'abondance & la tranquillité. C'eſt ce que les premiers obſervateurs repréſentèrent ſous l'emblême du dieu de la guerre, qui du ſein des allarmes ſe jette dans les bras de la mère des amours. Mars conſerve dans ſon repos, dans les bras mêmes de Vénus, où il ne reſpire que la volupté, toute ſon activité naturelle. Ses regards ſont tendres, mais pleins de feu, ſes mouvemens les plus doux, ceux qui expriment ſa paſſion avec le plus d'énergie, ſans avoir plus rien d'impétueux, ont une vivacité, une expreſſion dont lui ſeul eſt capable; ſon ſilence, & l'ivreſſe de la volupté, peignent en lui toute la force de l'amour. Vénus ſe livre à ſes embraſſemens, lui prodigue des careſſes dont la douceur ſemble

anéantir cette agitation violente qu'elle redoute, parce qu'elle le dérobe à ſes empreſſemens : elle n'eſt occupée qu'à lui inſpirer des ſentimens plus doux, un goût fixe pour la tranquillité & la paix, par les attraits de la volupté. L'intérêt des humains lui fait développer toutes ſes reſſources pour retenir dans ſes bras ce dieu ſi violent.

Telles furent les idées que la connoiſſance de la nature & des phénomènes du feu, du déſordre qu'ils cauſent en certaines ſaiſons, de la fertilité qui les ſuit, de l'équilibre où il doit être pour qu'il concourre à la production de tous les êtres, ſans allumer des incendies, inſpirèrent aux premiers poëtes, qui furent en même-tems les philoſophes & les légiſlateurs des ſociétés dans leſquelles ils vécurent. Ce n'eſt pas ici le lieu d'expliquer comment ces figures prirent enſuite la place de la réalité; pourquoi le vulgaire ne vit plus qu'une Vénus adultère, & oublia les révolutions de la nature, dont elle étoit l'emblême,

Mais ce qu'on n'oublia point, c'eſt que le feu eſt l'image la plus brillante du pouvoir immortel, dont la main arrange & conſerve l'univers. Plutarque nous dit qu'il eſt le principe de tout & l'ame du monde. C'eſt ainſi que l'on penſoit dans les ſiècles les plus éclairés de l'antiquité, lorſque la philoſophie avoit déja fait de ſi grands progrès. La plupart des monumens antiques atteſtent que l'on a toujours regardé le feu comme l'image de la vie : c'eſt ce qui donna lieu à l'uſage de placer des flambeaux éteints ſur les tombeaux : c'étoient les mêmes flambeaux que l'on avoit mis allumés entre les mains des nouveaux époux, que l'amour & l'himen avoient porté devant eux dans les cérémonies du mariage.

Les divers phénomènes de l'air vont donc nous occuper dans la ſuite de cette hiſtoire. Nous traiterons d'abord des météores aqueux dont il nous reſte à parler. Nous donnerons enſuite une idée de la manière dont

dont ſe forment ces météores brillans qui paroiſſent dans l'air, & qui ſont un effet de la lumière des aſtres, réfléchie ſur des nuages ou des amas de vapeurs différemment modifiés; ils varient ſi agréablement le ſpectacle du ciel que l'on ne devra pas regretter le tems que l'on emploiera à s'en faire une idée juſte. Nous nous arrêterons plus long-tems à expliquer les cauſes & les effets du tonnerre, des foudres & des autres météores ignés : l'objet eſt plus important, nous eſpérons même que nos travaux ne ſeront pas inutiles, pour raſſurer contre les craintes qu'ils inſpirent. Si des augures ſuperſtitieux ne partagent plus le ciel en différentes régions, pour obſerver en tremblant de quel côté la flamme eſt partie, dans quel lieu elle s'eſt portée, comment elle a pénétré dans les endroits les mieux fermés, & comment elle s'en eſt échappée, laiſſant partout des veſtiges de ſon action terrible : l'ignorance de tous ces effets naturels ne

les fait-elle pas encore attribuer au courroux de l'être suprême, parce que l'on ne peut en découvrir les causes (*a*). C'est cette ignorance qu'il est important de dissiper : ainsi nous espérons de contribuer au bonheur général des hommes en diminuant le nombre des objets les plus capables de les jetter dans des craintes toujours nuisibles, si elles ne sont funestes à ceux qui ont la foiblesse de s'y abandonner.

(*a*) Sunt tempestates & fulmina clara canenda,
Quid faciant & qua de causa cumque ferantur,
Ne trepides cœli divisis partibus amens,
Unde volans ignis pervenerit, aut in utram se.
Verterit hinc partem; quo pacto per loca septa,
Insinuavit, & hinc dominatus ut extulerit-se;
Quorum operum causas, nullo ratione videre
Possunt ac fieri divino numine ventur.

Lucret. lib. VI.

DISCOURS ONZIEME.

SUR LES MÉTÉORES AQUEUX.

De la neige & de la grêle.

NOus avons vu dans les diſcours précédens que les vapeurs & les exhalaiſons d'abord inſenſibles, ſe réuniſſoient dans les différentes régions de l'atmoſphère, où elles formoient des nuages. C'eſt delà qu'elles ſe ſéparent de nouveau, pour retomber ſur la terre, en neige, en pluie, ou en grêle. Si cette matière conſerve à-peu-près la forme qu'elle a en ſe détachant du nuage, c'eſt de la neige; ſi elle en change & ſe

fond, elle tombe en pluie, ou venant à passer par une région plus froide de l'atmosphère, elle se durcit, se glace, & tombe en grêle : ainsi ces trois météores distingués ne sont que le produit d'une même matière différemment modifiée, & le même nuage donne, relativement à la température de l'air, de la pluie, de la neige, ou de la grêle en toutes les saisons.

§. I.

Premières idées sur la formation de la neige, & les causes de sa chûte.

La neige n'est autre chose que les parties condensées & glacées d'un nuage, qui se séparent les unes des autres, & qui entraînées par leur propre poids, tombent sur la terre en flocons blancs, d'autant plus petits que l'air est plus froid & plus sec.

De tous les météores, la neige est le plus propre à nous donner une

idée de la manière dont les vapeurs & les exhalaisons se réunissent & se condensent pour former les nuages que l'on peut conjecturer n'être dans leur état ordinaire, autre chose qu'une grande quantité de flocons de neige unis les uns aux autres. C'est ce qui fait que les nuages vus de haut en bas, du sommet des plus hautes montagnes, lorsqu'ils sont bien éclairés, paroissent tout-à-fait semblables à des tas de cotons qui roulent à la suite les uns des autres sur des plans inégaux. C'est ainsi qu'ils se présentent à ceux qui les observent du haut des Andes au Pérou, sur les Alpes, sur les monts Krapacs, & engénéral sur toutes les montagnes les plus élevées des différentes parties de la terre.

La neige est donc la suite de la dissolution d'un nuage. Ses parties en se séparant, s'éloignent les unes des autres, & ne formant plus un corps assez étendu, pour être soutenu par l'air inférieur, el-

les sont emportées, par leur propre poids, du haut de l'atmosphère jusqu'à la surface de la terre.

Un nuage est dissous, rompu, & en quelque sorte divisé en ses parties élémentaires, ou par la chaleur, ou par le vent, ou par toute autre cause également active & pénétrante, qui trouble le repos de ces filamens velus, ou vapeurs condensées & réunies en petites masses distinctes, dont il est composé, qui les sépare les unes des autres; sans quoi elles ne se désuniroient pas d'elles-mêmes : elles resteroient en masse comme tout autre corps en repos, dont les parties intégrantes ne peuvent recevoir de mouvement & être désunies que par l'impulsion d'un agent étranger. C'est donc le vent ou l'air agité qui commence à communiquer du mouvement aux particules dont le nuage est formé : la chaleur l'augmente, facilite la séparation des parties de la masse totale, ensuite leur réunion en petites masses divisées, & accélère leur chute.

Ainſi la chaleur qui raréfie tous les corps, condenſe ordinairement les nuages, au moins dans les parties dont leur ſurface eſt formée. C'eſt ce que l'on peut remarquer dans la neige dont la matière eſt la même que celle des nuages, ſinon qu'elle eſt plus compacte dans l'état où elle eſt ſoumiſe à nos obſervations. Portée dans un lieu plus chaud, que celui où elle étoit d'abord, ou par une température adoucie, elle ſe reſſerre & perd de ſon volume avant que de ſe réſoudre en eau, ou de diminuer de poids: ce qui arrive, parce que les filamens ou particules de glace, dont la neige eſt formée, étant plus minces que le milieu qui les unit, ſe ramolliſſent plus aiſément, ſe plient de tous les côtés, & pouſſés par le choc de l'air ſubtil & chaud répandu dans leurs intervalles, ils vont ſe joindre à d'autres particules voiſines, ſans quitter l'eſpèce de noyau auquel ils ſont attachés. Ce mouvement répandu entre tous les flocons

qui forment l'amas de neige, soit qu'il ne passe pas sa superficie, soit qu'il pénetre à une certaine épaisseur, fait qu'ils se rapprochent en s'affaissant les uns sur les autres.

C'est ce qui se passe sous nos yeux; mais il faut porter nos spéculations plus haut, & supposer au moins ce qui arrive dans les nuages, lorsque la neige s'en détache, puisqu'il n'est pas aisé de les observer de près. Le restaurateur de la philosophie moderne, l'illustre Descartes, nous apprend que les particules de cette espèce de matière glaciale dont les nuages sont composés, sont d'abord plus séparées entr'elles que celles qui forment la neige, telle que nous la voyons sur la terre : elles ne peuvent cependant s'éloigner les unes des autres, qu'autant que leur arrangement primitif est troublé. Ainsi les supposant également répandues dans une certaine partie de l'atmosphère, elles ne se réunissent de façon à se former en flocons visibles, qu'autant que leur disposition gé-

nérale change pour donner de l'exiſtence à des amas particuliers de cette matière. D'ordinaire ces flocons ſont d'autant plus gros, que le nuage d'où ils ſortent étoit plus épais, & que la chaleur a donné avec plus de lenteur une modification nouvelle à ſes parties intégrantes : car lorſque la neige commence à tomber par un tems calme, lorſque dans un climat donné, l'air eſt généralement obſcur, ſec & froid, les flocons ſont à peine ſenſibles & ſi petits, que l'on peut y reconnoître ces filamens légers dont la réunion forme les nuages. Alors ils ont ordinairement la figure d'une étoile à ſix pointes, garnies dans leurs intervalles de filamens rangés dans une forme aſſez régulière, & tournés en ſpirale rentrant entre les pointes. C'eſt ſous cette forme que la neige ſe montre, lorſque le nuage d'où elle tombe n'eſt pas encore dans une diſſolution totale, & qu'il n'a éprouvé que les premières ſecouſſes du vent qui a dé-

taché quelques parties de sa surface intérieure; il n'a encore ressenti qu'un mouvement général d'agitation qui le pousse en tous sens, & qui n'est pas assez fort pour séparer toutes ses parties les unes des autres.

Mais la chaleur jointe à l'action d'un vent qui règne dans la région supérieure de l'air, & la raréfaction qui en est la suite, détachant les flocons plus élevés avant ceux qui sont plus bas, les premiers en tombant s'attachent aux autres qu'ils rencontrent ; ainsi ils deviennent plus gros, & la chaleur en rapprochant leurs parties, les rend plus pesans, & les précipite plus aisément à terre. Comme il s'en réunit plus ou moins, les flocons sont d'inégale grosseur ; les uns tombent presque perpendiculairement, les autres plus légers ne font que tourbillonner. C'est cet état moyen, entre le chaud & le froid, qui empêchant les particules du nuage de se dissoudre tout-à-fait, donne lieu

à la formation de la neige : car l'air par lequel elles paſſent eſt aſſez échauffé pour les fondre, ainſi qu'il arrive dans nos climats pendant l'été, & ſouvent dans les autres ſaiſons de l'année, la neige ſe change en pluie : comme la même matière devient grêle, ſi lorſqu'elle eſt fondue & raſſemblée en groſſes gouttes un vent froid la condenſe aſſez pour la changer en glace, ou ſi elle ſe mêle dans l'air, à d'autres ſubſtances qui produiſent le même effet. Ce ſont ces modifications différentes qui diſtinguent entr'elles la neige, la pluie & la grêle, quoiqu'elles ne ſoient que des parties détachées d'un même nuage.

Mais ce qui fait de la neige un météore diſtingué des autres, c'eſt qu'elle tombe par flocons ſéparés. On leur a donné ce nom, parce que, comme le flocon de laine eſt compoſé de pluſieurs petites parties fléxibles & molles entrelacées les unes dans les autres, de même chaque partie de neige, telle que

nous la voyons tomber, eſt formée de pluſieurs petits filamens entrelacés. Chaque flocon a ſon atmoſphère propre qui le ſépare des autres; il eſt même aſſez rare, qu'une fois diſperſés dans l'air, ils ſe mêlent en tombant. S'ils ſont plus ou moins gros, c'eſt qu'une même quantité de matière s'eſt détachée en même-tems du nuage, ou bien que la douceur de la température commençant à la fondre, chaque flocon, quoique blanc, eſt déjà diſſous en partie, ainſi qu'il arrive dans les pays plus chauds que ceux que nous habitons, où il eſt rare de voir tomber la neige en parties fines & étoilées, & ſe raſſembler à une épaiſſeur durable ſur la ſurface de la terre, au moins dans les plaines & les terres baſſes. A meſure qu'elle en approche, trouvant un air plus échauffé, ſes parties ſe réuniſſent, elle devient ſpécifiquement plus peſante, & ſe fond aſſez promptement.

Il nous reſte à expliquer pour-

quoi la neige qui tombe ſur les montagnes & dans les plaines depuis le quarante-cinquième degré environ, juſqu'au cercle polaire & au-delà, lorſqu'elle commence par un tems froid, eſt emportée dans l'air & tombe par petits flocons diſtingués, preſque tous en forme d'étoiles à ſix pointes & quelquefois davantage; tantôt garnies de filamens velus & tournés en ſpirales, tantôt tout-à-fait raſes. Le corps ou le milieu du flocon a été originairement formé d'une goutte d'eau condenſée, ronde & qui étant preſſée par ſix autres gouttes ſemblables, a pris la forme d'un cube à ſix pans: les rayons adhérans au cube, ſont autant d'autres petits flocons qui ſe ſont attachés à chacune de ſes faces, prenant différentes formes, ſuivant la poſition où ils ſe trouvent, & la denſité de l'air plus ou moins grande: car ſi le froid par lequel s'eſt faite la première impreſſion ſe ſoutient, les rayons s'éloignant de leur centre commun,

& étant toujours à une diſtance égale les uns des autres, ils forment une étoile à ſix pointes, tantot raſe, tantôt garnie de filamens lanugineux, ſelon que le vent agiſſant plus ou moins ſur l'étoile, rapprochera les petits flocons, attachés ſur les pointes, ou les laiſſera ſéparés. Mais ſi, par la chaleur de l'air, ces rayons éprouvent à leur extrémité un commencement de fuſion, & que ſe repliant enſuite ſur le cube d'où ils partent, ils viennent à ſe glacer, le cube conſervera ſes ſix pointes, mais obtuſes & arrondies. Souvent encore dans cet état, le flocon augmente de volume en ſe réuniſſant à un autre : ſi la chaleur & le froid agiſſent alrernativement ſur lui, alors il n'a plus de forme déterminée : ſi la chaleur domine, ſi le nuage eſt violemment agité, la neige tombe en ſi gros flocons, qu'on peut la regarder plutôt comme des parties conſidérables du nuage, que comme des flocons qui puiſſent donner une idée de ſa pre-

mière configuration ; puiſqu'il y a telle partie de neige tombante par un tems doux qui contiendra plus de mille flocons raſſemblés & déjà fondus en partie. Il arrive encore que par un froid extraordinaire pour la ſaiſon, ſi un nuage peu élevé, eſt vivement agité par le vent, il s'en détache des parties entières qui tombent ſur la terre ſans avoir changé de forme, ainſi que je l'ai obſervé à la fin du mois de mars 1767. Il tomba peu avant le coucher du ſoleil des morceaux d'une neige legère & peu condenſée dont quelques-uns avoient deux à trois pouces de longueur ſur différentes largeurs d'un à deux pouces. Ils étoient très-ſéparés les uns des autres, & ne devoient être que des parties arrachées d'un nuage qui paroiſſoit épais, quoique peu étendu, blanc & éclairé par ſes bords, & fort ſombre dans tout le reſte de ſa ſurface.

*

§. II.

Obſervations de Deſcartes *ſur la manière dont la neige ſe forme.*

On n'a peut-être fait, ſur la formation des météores, aucune obſervation plus hardie, plus exacte, & mieux ſuivie, que celle que le célèbre Deſcartes fit ſur la neige, dans le tems qu'il s'appliquoit avec le plus d'ardeur à l'étude de la nature, pour donner une nouvelle exiſtence à la phiſique : il étoit pour lors à Amſterdam. *(a)* Le 4 février 1635, l'air avoit été froid pendant tout le jour ; ſur le ſoir il tomba un peu de pluie qui ſe changeoit en glace auſſi-tôt qu'elle venoit toucher la terre : elle fut ſuivie d'une grêle très-petite, formée de ces mêmes gouttes de pluie qui ſe glaçoient

(*a*) Traité des Météores, ch. 6.

en l'air ; elle n'avoit pas la forme ronde que devoient avoir eu les gouttes d'eau dont elle étoit composée, elle étoit platte d'un côté & arrondie de l'autre, ce que l'on ne pouvoit attribuer qu'à la violence du vent froid qui régnoit alors, & qui changeoit la forme des gouttes en les glaçant. Ce qu'il y eut de singulier, c'est que quelques-uns des grains de grêle, qui tomberent les derniers, avoient six dents ou pointes aussi exactement disposées que l'art peut les ranger dans de petites roues de montres. Ces pointes étoient tout-à-fait blanches, ce qui prouve qu'elles étoient formées d'une matière très-tenue, qui s'étoit jointe aux grains de grêle, comme les frimats s'attachent & se glacent sur les plantes : car les autres grains étoient transparens, & absorboient les rayons de lumière comme la glace ordinaire.

Il me restoit à savoir, continue l'observateur, comment dans un air libre, fort agité par les vents,

ces dents ou pointes avoient pu ſe former ſi exactement autour de chaque grain : il me vint en idée, qu'il avoit pu ſe faire aiſément que le vent eût chaſſé quelqu'un de ces grains contre la ſuperficie d'un nuage, & les y eût tenus quelques tems ſuſpendus ; ils étoient aſſez petits pour cela. Ils durent y être diſpoſés de façon que chacun d'eux fut entouré de ſix autres, tel eſt l'ordre de la nature. Il eſt encore vraiſemblable que la chaleur annoncée par la pluie qui étoit tombée quelque tems auparavant, avoit répandu dans l'air quelques vapeurs humides que le vent avoit raſſemblées autour de ces grains, où ſe réuniſſant ſous la forme de filamens très-légers, elles avoient dû contribuer à les tenir dans cet équilibre qu'ils gardèrent, juſqu'à ce qu'une nouvelle impreſſion ne vint changer cette première modification.

Les filamens répandus autour de chaque grain ayant été fondus, à l'exception de ceux qui répondoient

au centre des ſix grains contigus, parce que le froid, dont ils étoient pénétrés, faiſoit obſtacle à l'action de la chaleur ; la matière qui étoit fondue ſe mêlant aux ſix pointes qui reſtoient, & les rendant plus épaiſſes & plus impénétrables à la chaleur, elles ſe ſont glacées de nouveau, & ont donné une forme bien marquée aux ſix dents : au contraire, les filamens innombrables répandus ſans ordre autour des autres grains, & qui tomberent les derniers, n'avoient pu être pénétrés par la chaleur.

Le lendemain, à huit heures du matin, il tomba une autre eſpèce de neige encore plus ſingulière ; c'étoient des petites lames de glace, unies, tranſparentes, épaiſſes comme du fort papier, à ſix angles égaux ſi bien formés que l'art n'auroit pu rien faire de plus exact. Je reconnus d'abord que ces petites lames avoient été des globules de glace diſpoſés de la manière que j'ai rapportée : preſſés par un vent

violent, accompagné de quelque chaleur qui fondit tous les filamens dont ils étoient chargés, l'humeur qui en résulta en remplit également les pores, de manière que de blancs qu'ils étoient, ils devinrent transparens. Ce même vent les pressa tellement qu'il ne laissa entr'eux aucun intervalle; c'est-à-dire, que toutes leurs parties respectives touchoient celles des six globules voisins réunis. Le vent coulant dessus & dessous les feuilles, ou couches formées de tous ces globules rassemblés, les avoit applanies, d'où résultoit cette forme exactement semblable de toutes les lames glaciales. Il falloit imaginer encore pourquoi ces globules, presque fondus & pressés les uns contre les autres, ne s'étoient pas attachés ensemble; car avec quelque soin que je les eusse examiné, je n'en trouvai jamais deux collés l'un sur l'autre. Je me satisfis à ce sujet, en remarquant la manière dont le vent qui coule sur l'eau l'agite continuelle-

ment, plie successivement les parties de sa surface, sans pour cela les rendre scabreuses ou inégales : par la même raison je conçus comment le vent, qui doit agir de même à la superficie des nuages, presse différemment leurs parties sans pour cela les joindre. S'il les dérange ou les sépare, c'est pour les mettre dans un ordre plus égal, lorsqu'il en unit la surface & les polit. C'est ce que nous voyons arriver sur les eaux & sur les amas de cendres, de sable, & d'autres matières aussi mobiles que le vent nivelle, & qu'il applanit.

Outre ces étoiles transparentes, dont nous venons de parler, il en tomba le même jour d'autres en grande quantité, blanches comme du sucre : quelques-unes avoient la même figure que les premières, d'autres avoient les rayons plus minces & plus aigus, dont quelques-uns divisés en trois branches, les deux de côté recourbées en-dehors, celle du milieu restant droite, représen-

toient une fleur-de-lys. Avec ces petites étoiles, il tomboit beaucoup d'autres particules de glace ou de filamens qui n'avoient aucune forme déterminée. Leur blancheur venoit de ce que la chaleur ne les avoit pas pénétrés jusqu'au fond, ce qui se reconnoissoit en ce que les plus petits de ces filamens, & les plus minces étoient transparens.

Si les rayons des étoiles blanches étoient aussi minces & aussi obtus que ceux des transparentes, ce n'est pas que la chaleur eût autant agi sur eux, c'est qu'ils avoient été comprimés plus fort par les vents : ils étoient même communément plus longs & plus aigus que les autres : leurs particules homogènes ne s'étoient pas rapprochées en se fondant, elles s'étoient bien plutôt allongées par les frottemens auxquels elles avoient été exposées. Quand ces rayons étoient divisés en plusieurs branches, cela venoit de ce que la chaleur avoit cessé lors que les filamens étoient en mouvement pour se re-

joindre, & avant qu'ils ne formaſſent un ſeul corps. S'ils n'étoient diviſés qu'en trois, c'eſt que la chaleur les avoit quittés un peu plus tard. Les deux branches latérales ſe replioient en-dehors, parce que le voiſinage de la pointe froide du milieu, leur donnoit plus de roideur du côté qu'ils l'approchoient, & dès-lors ils trouvoient plus de facilité à prendre une coubure excentrique. Quant aux autres particules qui n'étoient pas formées en étoiles, elles étoient une preuve que les nuages ne ſont pas entièrement compoſés de globules ou de molécules de même forme, & qu'il peut y en avoir qui ne ſoient qu'un aſſemblage de filaments joints confuſément & ſans ordre. C'eſt même l'idée que l'on doit prendre de la diſpoſition ordinaire de la matière des nuages, ſur le récit des plus habiles obſervateurs. Ceux qui s'en trouvent enveloppés ne voient qu'un brouillard épais, dans lequel il eſt poſſible de vivre & de reſpirer, tant

la matière en est tenue. Ce même brouillard vu d'en-bas, paroît un nuage plus ou moins épais, relativement à la manière dont il est éclairé, & à sa hauteur dans l'atmosphère. Si on voit les nuages au-dessous de soi, lors qu'ils reçoivent la lumière par le haut, ils paroissent blancs, & on ne sauroit mieux les comparer pour la couleur & pour la forme qu'ils présentent, qu'à des amas de coton cardé qui se toucheroient, & dont l'assemblage formeroit une surface ondée. Ce sont ces filamens simples qui, sous différentes modifications, deviennent la matière des météores aqueux, dont nous nous occupons actuellement.

Mais, demande encore l'observateur célèbre que nous avons quitté un instant, pourquoi la neige tomba-t-elle ? La violence du vent qui dura tout le jour, me l'indiqua. Il ne pouvoit pas se faire qu'il ne brisât les couches inférieures du nuage composé de ces matières. Les séparant des autres, elles quittoient leur

position

poſition horiſontale pour en prendre une preſque perpendiculaire, qui facilitoit leur chûte, en leur donnant le moyen de diviſer l'air plus aiſément. Celles qui tomberent d'elles-mêmes étoient entraînées par leur propre poids. S'il ne règne aucun vent ſenſible, & qu'alors il tombe de la neige, on ne doit l'attribuer qu'à la légèreté de l'air, à ſon peu de denſité, & même à ſon action ſur la partie inférieure du nuage, qu'il diviſe & qu'il diſſout, & au poids de la matière du nuage. C'eſt alors que la neige eſt très-abondante, & comme elle eſt prête à ſe fondre elle ſe ſoutient peu de tems, ſi l'air reſte au même degré de température. (Jamais je ne l'ai vu tomber auſſi abondamment que le ſix & le ſept du mois d'avril 1770, quoiqu'elle fondit à meſure qu'elle arrivoit à terre ; il s'en étoit accumulé ſur nos montagnes de Bourgogne de quatre à cinq pouces d'épaiſſeur,) & il y en eut dans les Voſges & dans

l'Alsace de plusieurs pieds de hauteur.

Reprenons l'observation de Descartes. La neige ayant cessé un vent d'orage s'éleva, & l'on vit tomber de la petite grêle blanche, oblongue, dont les grains ressembloient à des petits cones de sucre. Comme le ciel se découvrit aussitôt, & devint serein, cette grêle avoit dû se former à une grande élévation, à celle où nous avons vû que les nuages ne sont composés que de petites parties fort blanches. Le troisieme jour il tomba des globules de neige, des molécules glacées, enveloppées d'un grand nombre de filamens sans pointes, sans forme d'étoiles; circonstances qui me confirmèrent tout ce que j'avois conjecturé sur la manière dont les étoiles de glace & de neige se formoient.

C'est ainsi que le génie philosophique, par la connoissance des effets de la nature qui se passent sous ses yeux, tire des inductions lumineuses sur la manière dont se

doivent former les phénomènes hors de ſa portée. Des obſervations plus étendues, une plus grande connoiſſance des effets combinés, du froid & des vents, vus dans des climats où ils ſe font preſque toujours ſentir dans toute leur violence, auroient donné à cette théorie un degré de certitude, auquel il n'étoit pas poſſible d'arriver dans le ſiècle de Deſcartes. En hiver, ſur les côtes qui bordent la baie de Hudſon, l'air eſt rempli d'une infinité de petites flèches ou de filamens de glace, ſenſibles à l'œil, ſur-tout lorſque le vent vient du nord ou de l'eſt, & que la gelée eſt dans ſa force. Elles ſe forment ſur l'eau qui conſerve encore un peu de ſa fluidité, c'eſt-à-dire, que par-tout où il reſte de l'eau qui n'eſt point glacée, il s'en élève une vapeur fort épaiſſe que l'on appelle fumée de gelée; & c'eſt cette vapeur qui, venant à ſe geler, eſt emportée par les vents ſous la forme viſible de ces petites flèches.

Ellis, navigateur Anglois, du journal duquel ce récit est tiré, raconte que dans les premiers mois de l'hiver, la rivière de Port-Nelson n'étant pas gelée dans son principal courant, un vent de nord qui soufloit de ce côté sur son logement, ne cessoit point d'y amener des nuées entières de ces particules glaciales, qui disparurent aussitôt que la rivière fut tout-à-fait prise, & que la glace eut acquis une solidité capable de résister à l'action du vent. Ce phénomène vu de près & à diverses fois, n'indique-t-il pas la manière dont les vents agissent sur la surface des nuages, & en enlèvent des parties différemment modifiées, qui se montrent sous la forme de la neige & de la petite grêle dont nous avons parlé plus haut, à moins que la chaleur de l'atmosphère inférieure ne les résolve en pluie. Nous n'insisterons pas sur ce que cette comparaison a d'avantageux pour appuyer les vûes du père de la philosophie moder-

ne : nous nous contenterons de dire que l'explication qu'il a donnée de la formation de la neige, a été généralement adoptée par les philosophes des diverses nations, qui ne se sont écartés de sa méthode que dans la manière de présenter leurs idées, sous une forme nouvelle, dont il est aisé de reconnoître l'origine.

§. III.

Variété des figures que prend la neige dans les différens climats.

Les transactions philosophiques (An. 1673. n. 92. art. 3.) donnent les détails suivans sur la nature de la neige & sa formation. Que l'on regarde avec attention une surface de neige, mince, transparente, & bien en repos : on remarquera 1°. qu'il y a dans la neige beaucoup de parties régulièrement figurées, & pour la plupart semblables à des

molettes d'éperons, ou à des étoiles à six rayons. Ces parties sont de glace aussi parfaite & aussi transparente que celle que nous voyons sur l'eau d'un étang, ou celle qui est dans un vase. Chacun des six rayons est hérissé de filets latéraux qui font les mêmes angles que les rayons: la plupart de ces filets se tournent en spirale, ainsi qu'on peut l'observer, sur-tout dans les pays froids, & sur les hauteurs, lorsque la neige commence à tomber, & qu'on la reçoit sur un corps doux, noir, tel qu'une fourure, où les petits flocons conservent leur forme sans altération. 2°. Parmi les parties irrégulières de la neige, dont un grand nombre sont fort larges, on en remarque quelques-unes de régulières, quoiqu'elles le soient moins que les premières, ce qu'il faut attribuer à la température du climat, & souvent encore au peu de hauteur du nuage d'où elles tombent. 3°. Les parties irrégulières qui sont mêlées avec les régulières,

ne doivent être considérées que comme des pointes cassées, & des fragmens des parties régulières, entre-mêlés dans une multitude de ces petits filamens que nous avons supposé être la vraie matière des nuages, ainsi qu'on peut s'en convaincre en observant de près les plus gros flocons de neige, si on les reçoit avec quelque précaution dans l'ordre où ils tombent. 4°. Il peut se faire encore que la plupart de ces flocons irréguliers aient perdu leur première forme, moins pour s'être rompus, que pour avoir éprouvé l'action de divers vents, avoir passé par différentes températures, où d'abord ils ont été fondus en partie, ensuite congelés de nouveau, & réunis en petites pelottes, en masses irrégulières.

Ces observations donnent une idée juste de la structure de la neige, en faisant voir que non-seulement ses parties, mais toute sa masse, c'est-à-dire, tout le nuage qui se résout en neige est originai-

rement un amas de petits glaçons régulièrement figurés ; ſans que parmi tant de millions de particules, il y en ait une ſeule qui ſoit, dans ſon origine, d'une figure indéterminée ou irrégulière.

Voici donc comment ſe forme la neige : un nuage de vapeurs condenſées, venant à ſe réſoudre en gouttes, & ces gouttes à deſcendre incontinent vers la terre, ſi dans leur chûte elles rencontrent un vent frais, ou ſeulement ſi elles traverſent une région de l'air plus froide, elles ſe congèlent à l'inſtant, & en ſe congelant elles pouſſent de tous côtés des petits jets ou rayons, ce qui forme des étoiles de glaces. Ces petites étoiles continuant enſuite à deſcendre, & venant à rencontrer un courant d'air plus chaud, ou ſeulement à ſe heurter les unes contre les autres par leur agitation & leur mouvement continuel, quelques-unes ſe dégèlent en partie, s'émouſſent, s'accrochent, ſe pelotonnent, d'autres ſe briſent,

& se réunissant forment ces petits groupes que nous appellons des flocons de neige.

Il paroît que dans cette explication on a voulu simplifier les vûes de Descartes sur la formation de la neige ; mais rend-t-elle aussi exactement raison de la conformation semblable de toutes les parties de la neige, lorsqu'elle tombe par une température froide, plus séche qu'humide ? Est-ce ainsi que se forme cette neige légère, dont les régions septentrionales sont couvertes, que les vents emportent si aisément, & qui ne se réunit en masse solide que très-difficilement, en quelque quantité qu'elle soit sur la terre ; ainsi qu'on l'observe pendant l'hiver de la Laponie, où il paroît que c'est la seule action impétueuse des vents qui brise la surface inférieure des nuages, & qui les réduit en neige ? Cette explication paroît mieux convenir à cette espèce de neige que l'on voit se former tout d'un coup dans des

habitations fort échauffées, où les vapeurs épaissies sont condensées sur le champ par l'air extérieur que l'on y laisse pénétrer, par les portes ouvertes. C'est ce que l'on éprouve dans les établissemens Anglois à la baie de Hudson, & en Laponie, où l'on voit l'air froid du dehors pénétrer avec une violence sensible par les entrées qu'on lui laisse libres, & changer aussitôt les vapeurs de ces logemens en neige mince. Leur chaleur extraordinaire & continuelle ne suffit même pas pour les garantir des petits amas de glace & de neige qui s'attachent aux fenêtres & aux murs, pénétrés du froid extérieur, & qui détachés par le vent & portés plus loin formeroient de la véritable neige. N'est-ce pas ainsi que les vents portent l'humidité répandue dans l'air sur la surface des nuages, où elle se glace, & d'où elle se détache ensuite pour retomber en neige.

C'est encore ainsi que l'on voit au Spitzberg & dans d'autres cli-

mats aussi froids, les vapeurs aqueuses répandues dans l'air se former en neige, elles en sont la matière sensible. On voit d'abord, disent les observateurs, une très-petite goutte qui n'est pas plus grosse qu'un grain de sable, & qui paroissant croître dans le brouillard, prend une figure platte, hexagone, aussi claire & aussi transparente que le verre. D'autres gouttes s'attachant aux six coins de l'hexagone, le partage de la figure augmente par le froid : elle prend six branches qui représentent les rayons d'une étoile, qui n'étant point encore tout-à-fait gelée, ressemble assez à la feuille de la fougère ; l'augmentation du froid en fait une étoile réguliérement configurée, à laquelle l'excès de la gelée fait perdre enfin toutes ses branches. C'est ce que l'on observe au Spitzberg, & sans doute dans les autres terres aussi voisines des poles, dans la saison où l'on peut y aborder, que l'on sçait être la plus douce de

l'année. Cependant le froid y règne si constamment que l'on distingue ses divers degrés par la figure que la neige y prend : car dans un froid modéré pour ce climat, ou un tems disposé à la pluie, la neige qui se forme des vapeurs répandues dans l'air, tombe en forme de petites roses, d'aiguilles, ou de grains de blé, lorsque l'air s'adoucit encore ce sont des étoiles avec des branches qui ressemblent aux feuilles de fougère. Si le brouillard est épais, & qu'il tombe beaucoup de neige, les flocons sont informes, en masses ou en lames : si le froid est excessif avec un grand vent, ils représentent des étoiles ou des croix ; s'il n'y a point de vent, ils ont la forme d'étoiles & tombent en pelottons, parce que rien n'a pû les séparer les uns des autres. Cette dernière observation est contraire à ce que Descartes croyoit avoir remarqué en Hollande, & aux conjectures qu'il formoit en conséquence : mais, comme nous en

avons averti d'avance, les grands phénomènes du froid & les variétés qu'ils peuvent occaſionner dans la formation des météores n'étoient pas encore aſſez bien connus, pour que l'on pût établir à ce ſujet une théorie auſſi vraiſemblable, que celle qui doit ſuivre d'obſervations plus récentes; quoique toutes les figures variées que la neige prend au Spitzberg, reſſemblent beaucoup à celles ſous leſquelles elle s'étoit montrée en Hollande, par une température qui devoit approcher de celle qui domine dans ces climats reculés.

Enfin on a remarqué au Spitzberg que par un vent de nord-oueſt, ou lorſque le ciel étoit tout-à-fait couvert de nuages, & qu'en même-tems le vent étoit fort impétueux, il tomboit des grains de grêle d'une forme oblongue, couverts de pointes & de piquants : on y obſerve des variétés ſenſibles dans le nombre des pointes de la neige étoilée, dans laquelle il ſe trouve des flocons taillés en cœur.

Ces différentes figures ſont formées de la même matière par les vents d'eſt & de nord : ceux d'oueſt & de ſud donnent les aiguilles de neige : ſi elles ne ſont pas diſperſées par les vents, elles tombent par pelottons ; mais ſi l'air eſt agité, ces mêmes particules glaciales deviennent des étoiles ou des aiguilles ſéparées les unes des autres, emportées confuſément dans l'air, de même que l'on voit voltiger au ſoleil les atomes de pouſſière. C'eſt, comme nous l'avons déja remarqué, la matière même du nuage, ſéparée par les vents, qui conſerve ſa forme primitive, ou qui réunie en petits amas, forme ces petites étoiles. Dans les régions de l'Europe qui ſont au-delà du quarante-cinquième degré de latitude, il n'eſt pas rare dans les orages d'hiver, accompagnés de neige, de la voir tomber ſous toutes ces formes variées (*a*).

(*a*) Recueil des voyages au nord, tom. 2. Et hiſt. gén. des voyages, tom. 15.

La neige obſervée à Varſovie & dans les environs au cinquante-deuxième degré de latitude, eſt comme ailleurs à ſix rayons égaux, ramifiés, ou quelquefois ſans ramifications, rarement à douze; ou elle eſt en grains plus ou moins gros. Les rayons de ces étoiles ſont d'autant mieux marqués que le froid eſt plus grand. Lorſqu'il ne gèle pas, la neige eſt ſeulement en grains irréguliers qui forment des flocons plus ou moins larges. S'il y a quelques étoiles parmi ces flocons, elles y ſont très-rares, elles perdent cette forme très-promptement, & dans l'inſtant même de leur chûte : ces flocons ont quelquefois plus d'un pouce de largeur ſur une ligne d'épaiſſeur.

Si donc il eſt eſſentiel à la matière de la neige de ſe former en étoiles, il faut que ces étoiles, lorſqu'il fait doux, ſe fondent dans l'eſpace de l'atmoſphère qu'elles parcourent, avant que de toucher la terre; ce qui eſt d'autant plus

probable, que dans une pareille température, la neige étoilée perd ses rayons dès qu'elle est tombée, & qu'il n'en reste plus que le grain qui est au centre. Il n'en est pas de même lorsqu'il fait froid, toute la neige est étoilée; elle ne se déforme que parce que les étoiles se confondent les unes avec les autres, & que leur masse totale s'affaissant, elles ne composent plus qu'une surface unie, dont les parties ne sont plus figurées sensiblement; elles retournent en quelque manière à la forme qu'elles avoient d'abord dans le nuage, quoique leurs parties soient alors plus condensées. Il résulte en général des observations faites en Pologne, que les figures que prend la neige sont irrégulières; à six rayons simples, à six rayons feuillés ou grenus, à six rayons en plume, dont les barbes sont plus ou moins grandes & différemment multipliées. On remarque quelques-unes de ces étoiles à douze rayons en plume bien distincts, souvent

elles ont à leur centre un grain rond, ſouvent auſſi il y a à ſa place un hexagone plein, quelquefois ces rayons ſe touchent tous immédiatement à leur naiſſance; il n'y a ni grain ni hexagone dans de certains tems, la neige n'a que deux ou trois rayons ſimples. Lorſque le froid eſt vif, toute la neige eſt étoilée; alors les étoiles en plumes ſont les plus communes, & c'eſt ordinairement ſous cette forme que la plus grande quantité des flocons eſt diſpoſée (*a*).

On voit que toutes les obſervations faites en divers tems, dans des climats éloignés les uns des autres, par des obſervateurs habiles, ſe rapportent entr'elles, & confirment celles que l'illuſtre Deſcartes fit le premier; & il en réſulte que la forme de la neige eſt telle qu'il

(*a*) Voyez les obſervations métérélogiques faites à Varſovie pendant les années 1760-61-62. dans les mém. de l'acad. des ſciences. An. 1762. pag. 402.

l'a décrite; que les autres figures y sont rares, & qu'en général on peut les comprendre sous ces deux principales, la circulaire ou l'hexagone, séparées ou combinées ensemble. Il est assez rare d'y trouver des figures qui aient plus de six pointes, mais quand cela se rencontre, elles en ont douze, & non pas huit ou dix, ce qui indique que ce sont deux lames de neige étoilée & fort minces qui sont jointes l'une à l'autre. Il y a aussi des petites portions de cette matière qui n'ont d'autre figure que celle d'un cilindre grèle, semblable à ceux du nitre; quelques-uns de ces cilindres aboutissent par leurs extrémités au centre de deux étoiles, & ont à-peu-près la forme d'un essieu monté sur deux roues: enfin il y a de ces figures hexagones qui ayant la largeur ordinaire, ont beaucoup plus d'épaisseur & ressemblent aux pierres astroïtes ou étoilées. Mais toutes ces figures sont rares, & la première que nous avons décrite est

celle que l'on remarque par-tout, & à laquelle la neige ſe détermine de préférence dans ſon état ordinaire, & lorſqu'elle commence à tomber dans une température froide, plus ſéche qu'humide, qui laiſſe ſes parties dans l'état où elles ſe détachent du nuage, ou même dans celui où elles ſe forment dans l'air. Nous avons vu encore que dans les pays ſeptentrionaux, la figure de la neige a des variétés plus remarquables que dans les pays méridionaux, à raiſon du froid plus vif & plus conſtant dans les premiers que dans les autres; il eſt bien vrai que ces formes variées peuvent être occaſionnées dans les terres polaires, par les viciſſitudes de la température dans une ſaiſon où quelque chaleur ſemble diſputer l'empire à un froid conſtant. S'il étoit permis d'en approcher pendant l'hiver, peut-être y obſerveroit-on toute la neige étoilée & très-fine.

Au reſte cette figure hexagone,

anguleuſe ou à pointes paroît être celle que la nature donne de préférence à tous les corps qui ſe forment dans les régions où le froid domine conſtamment. Nous avons fait diverſes obſervations à ce ſujet en parlant de la température des terres polaires, & de celles dont la diſpoſition de l'air eſt quelquefois ſemblable; nous avons remarqué même dans nos climats, que les congélations qui ſe forment par un grand froid, affectent la forme hexagone, & que leurs parties extérieures ſont toutes terminées par des pointes d'autant mieux marquées, que le froid eſt plus vif. Cette figure eſt auſſi commune au givre, aux vapeurs produites par la tranſpiration, qui, lorſque le froid eſt rigoureux, ſe condenſent, ſe glacent & ſe convertiſſent en une eſpèce de neige dont on voit les murailles & les vitres incruſtées, avant qu'elles aient été frappées par les rayons du ſoleil. Si on obſerve ces congélations, on décou-

vrira parmi les diverſes ramifications qu'elles forment, pluſieurs lames parfaitement hexagones, les unes avec un enfoncement à leur centre, les autres pleines, & toutes auſſi régulières que celles de la neige. La formation de la neige, eſt donc analogue à celle du givre & des autres congélations auſſi légères; ſouvent encore on remarque le même procédé de la nature, lorſque la glace commence à ſe former, on la voit commencer par des aiguilles qui, recroiſées, donnent des figures hexagones aſſez exactes.

C'eſt ce qu'a remarqué Muſſenbroeck. (§. 2403) Chaque fois, dit-il, que les flocons de neige ſont compoſés d'aiguilles oblongues, ou reſſemblent à des étoiles hexagonales; ces neiges ſont accompagnées d'un froid très-piquant, qui ſurvient peu d'heures après leur chûte: c'eſt à ce froid qu'on doit rapporter la formation de ces neiges dans la région ſupérieure de l'air, & qu'en tombant elles ſemblent apporter

avec elles à la surface de la terre. Cette neige ne viendroit-elle pas aussi des régions les plus hautes de l'atmosphère ? Les particules de neige ainsi configurées, ne tombent d'ordinaire que lorsque l'air est calme, elles sont dispersées dans l'atmosphère en petit nombre, ce qui fait qu'on les remarque plus aisément : mais rarement la même disposition d'air se conserve quelque tems, & bientôt après on voit les flocons de neige changer de forme, prendre différentes grandeurs, & devenir beaucoup plus épais; ce qui est occasionné, ou par quelque cause qui accélère la séparation des parties intégrantes des nuées, ou par différentes exhalaisons glaciales qui se mêlent aux vapeurs, à cette matière légère & rare qui se détache des nuées, & qu'il semble que l'on pourroit supposer se former souvent dans un air épaissi, chargé de vapeurs humides, condensées par le froid, qui se réunissent entr'elles & for-

ment cette neige à mesure qu'elle tombe. Il paroît même assez naturel d'attribuer la différence de configuration que l'on trouve dans les flocons, aux matières glaciales qui se rencontrent dans l'air, & à leur plus ou moins d'action sur la matière proprement dite de la neige, qui, considérée telle qu'elle se détache de la nuée, a presque toujours une figure régulière; mais qui change, soit lorsque plusieurs flocons fondus en partie se joignent ensemble dans l'air, soit lorsqu'ils sont enveloppés d'autres matières qui s'y réunissent, & les font changer de forme.

§. IV.

Premières qualités de la neige.

La matière de la neige ainsi connue, il est aisé de comprendre qu'elle est réellement dure, quoiqu'elle paroisse molle, car c'est de la vraie glace, dont une des pro-

priétés les plus reconnues eſt la dureté : mais elle nous ſemble molle, parce que ſes pointes qui ſont très-ſubtiles ſe dégèlent à l'inſtant que nous les touchons avec les doigts ; autrement elles les perceroient comme autant d'aiguilles bien acérées. C'eſt à cette configuration naturelle qu'il faut attribuer la plupart des effets ſenſibles des vapeurs de la neige ſur les corps qui y ſont expoſés & dont nous parlerons plus bas.

On conçoit auſſi comment la neige peut être ſi légère, quoiqu'elle ſoit de la vraie glace, & par conſéquent un corps dur & denſe. Cela vient de ce que ſes parties ſont extrêmement minces & déliées : ainſi l'or, quoique le plus peſant de tous les corps, devient, lorſqu'il eſt battu & réduit en feuilles, aſſez léger pour obéir au plus petit mouvement de l'air. C'eſt à cette diviſion de parties que l'on doit attribuer la blancheur de la neige, & non pas à ſa dureté, car il

il y a des corps mous qui ſont blancs; mais cette couleur vient de ce que bien que la neige ſoit composée de parties qui, priſes ſéparément, ſont tranſparentes, cependant accumulées, elles paroiſſent blanches, comme l'eſt l'aſſemblage des particules de glace qui forment la geléeblanche, le givre, & la plupart des autres frimats; comme le ſont les amas de glace, de verre pilé, & des autres corps tranſparens, quelle que ſoit leur conſiſtance & leur figure, conſidérés ſéparément les uns des autres. Quelques auteurs ont écrit que la blancheur de la neige vient du froid, qu'elle eſt un de ſes effets naturels, & citent en preuves la couleur des peuples les plus ſeptentrionaux: mais nous avons établi dans la théorie générale de l'air, que la couleur des peuples qui habitent des régions toujours couvertes de neige & de glace, des Groenlandiens, des Samoïedes, des Eskimaux les plus reculés, & de toutes les terres Po-

laires découvertes jusqu'à présent, est si brune, qu'en quelques endroits elle approche de la teinte des nègres. Un froid extrême desséche le sol presqu'autant qu'une chaleur excessive, & il a à-peu-près le même effet sur l'extérieur des corps. Les terres sont également arides & stériles; leurs habitans petits, maigres, basanés ont de même la voix grèle & rauque. La vraie cause de la blancheur éclatante de la neige est la désunion des parties glaciales dont elle est composée, & l'abondance du fluide aérien qui s'y mêle, & leur donne, ainsi qu'à toute autre matière transparente, la propriété de réfléchir tous les rayons de la lumière, lorsqu'elles sont désunies, & rapprochées autant qu'il est possible de la proportion de leurs molécules élémentaires. Mais la neige ne sçauroit être fortement comprimée sans perdre au moins en partie son opacité & sa blancheur: elle n'est blanche & opaque que dans sa to-

talité : chacun des petits glaçons qui la compoſent, lorſqu'on l'examine de près, eſt tranſparent, & les intervalles peu réguliers qu'ils laiſſent entr'eux, donnant lieu à une multitude de réflexions des rayons de lumière, ils doivent être réunis confuſément, & produire la blancheur.

La neige quoique compoſée de parties, en apparence, molles & obtuſes, eſt froide au tact; ce que l'on doit attribuer aux exhalaiſons ſalines & nitreuſes, & aux vapeurs glacées qui entrent dans ſa compoſition. Cependant quand on l'a maniée pendant quelque tems, elle communique à la main une ſenſation de chaleur âcre, & même un peu doulourenſe, qui tient en quelque ſorte de l'effet qu'auroient les particules ignées, ſi elle agiſſoient immédiatement ſur la main : la cauſe doit en être rapportée aux différens ſels que la neige renferme, qui ſe développent par le frottement, pénètrent dans les houpes

nerveuses répandues dans toute la main, & sur-tout à l'extrémité des doigts, où réside principalement l'organe du tact; aussi est-ce là où l'on ressent le plus vivement l'impression de cette espèce de chaleur que cause la neige. Si on met donc la main dans la neige, on sent d'abord du froid, ensuite du chaud, parce que les particules les plus déliées de la neige, qui se fondent, entrent dans les pores de la peau, & s'appliquent très-exactement aux petites fibres des nerfs : elles bouchent les pores, & concentrent la vapeur chaude qui en sortiroit pour former l'atmosphère propre à chaque corps. Cette chaleur retenue s'arrête aux extrémités, où elle s'amasse pendant un certain tems, & cause après un plus grand sentiment de chaleur. On ne doit pas conclure de là que la neige soit chaude par elle-même, ni de ce qu'elle fait quelquefois monter la liqueur d'un thermomètre, lorsqu'on en couvre la boule : ce mouvement n'arrive

que lorſque la neige eſt moins froide que l'air libre auquel le thermomètre eſt expoſé, & alors ſans que la neige éprouve, de la part de l'air, aucune modification nouvelle, on voit deſcendre la liqueur après qu'elle a monté, parce que les particules les plus ſubtiles de la neige pénétrant à travers les pores du verre, y ont fait entrer de nouvelles parties nitreuſes.

§. V.

Température de l'air où la neige ſe forme & ſe conſerve : en quelle quantité elle peut tomber.

On ne peut pas aiſément décider à quel degré de température doit être l'air pour que la neige puiſſe ſe former & tomber enſuite. L'opinion commune eſt que lorſqu'il doit neiger, l'air s'adoucit & la température tend au dégel ; ce qui ne paroît pas être conſtant ; car ſi la

neige annonce un adouciſſement dans le froid, ce ne peut être que lorſque le tems tourne tout-à-fait au dégel, ce qui n'eſt pas ordinaire à la ſaiſon où les froids ſe font ſentir avec le plus de force, & durent le plus long-tems. Nous avons vu dans les derniers hivers des neiges abondantes ſuivies de froids longs & piquants. Dans les régions plus ſeptentrionales, la neige ne s'accumule ſur la terre à une certaine hauteur, que lorſque les vents du nord ont condenſé toute la maſſe de leur atmoſphère, qui devient d'un froid extrême. Alors on y voit tomber en abondance cette neige menue & radiée, qui eſt aſſez long-tems le jouet des vents, avant que de ſe fixer ſur la terre & de la couvrir également. C'eſt ce qui arrive non-ſeulement dans le terrein inégal de la Laponie, mais encore dans ces vaſtes plaines qui s'étendent de l'extrémité de l'Europe, entre l'orient & le nord juſqu'à la mer glaciale & à celle de Tartarie.

La neige ſe montre ſous la même forme dans nos climats, lorſqu'elle commence à tomber par un tems froid; & comme on ſçait qu'il fait ordinairement plus chaud à la ſurface de la terre que dans les régions plus élevées de l'atmoſphère, & en même-tems que plus on s'éloigne du niveau de la mer, plus cette chaleur diminue; on ne peut rien conclure de l'état de l'air dans lequel on eſt immédiatement, relativement à celui où doit ſe former la neige. Ainſi le thermomètre annonçant un degré de chaleur aſſez conſidérable, il ne s'enſuit pas qu'il ne faſſe très-froid dans le haut de l'atmoſphère, & qu'il ne puiſſe s'y former de la neige & même de la grêle, en raiſon de la hauteur ou règnera le froid. Il y a apparence même qu'il ſe forme de la neige à différens degrés d'élévation. Les ſommets de la Cordilière au Pérou, de l'Atlas en Afrique, du Taurus en Aſie, & des Alpes en Europe, en ſont conſtamment cou-

verts à différentes hauteurs, elle ne fond même jamais sur les pointes les plus hautes, où il est probable que le froid est toujours au même degré, & où il neige beaucoup plus qu'il ne grêle; l'air y est quelquefois si vif & si pénétrant qu'il n'est plus possible d'y vivre.

On a observé dans les montagnes du Pérou, que la neige, dans le bas de la zone ou ceinture qu'elle y forme, établit par tout une ligne de niveau, relativement à la hauteur où elle ne fond plus, que l'on peut appeller la ligne du froid perpétuel & de la neige. Si on lui donne toute l'étendue dont elle est susceptible, & qu'on la prolonge de l'équateur aux deux poles, on ne la trouvera pas à la même hauteur dans les différens climats, & on remarquera un changement dans son parallélisme à la surface de la terre. Il est évident qu'elle s'abaissera d'une manière graduée à mesure qu'on s'éloignera de la zone torride en s'approchant des poles.

Cette ligne eſt élevée de deux mille quatre cent trente-quatre toiſes au-deſſus du niveau de la mer, dans le milieu de la zone torride : vers l'entrée des zones tempérées elle n'aura que deux mille cent toiſes, en paſſant par le ſommet de Theïde ou Pic de Téneriffe, qui a à-peu-près cette hauteur. En France & dans le Chili, elle ne ſera élevée que de quinze ou ſeize cent toiſes, c'eſt à ce terme qu'on trouve dans les Alpes des montagnes entières de glace, de longues chaînes de glacières, des amas immenſes de neige toujours ſubſiſtans, que l'on peut regarder comme les réſervoirs inépuiſables qui ſervent à l'entretien des lacs, des torrens, & des fleuves qui ſortent de ces montagnes, & qui coulent par le reſte de l'Europe à toutes les mers, par différentes directions. La ligne continuant à s'abaiſſer à meſure qu'on s'éloigne de l'équateur, elle vient à toucher la terre au-delà des deux cercles polaires. On ne doit

tirer cette ligne & la considérer que dans la saison la plus favorable & la température la plus douce de ces différens climats, lorsque l'été s'y fait sentir. C'est à cette élévation variée qu'on trouve constamment de la neige sur les sommets des montagnes. Celles de Sibérie en restent couvertes à moins de cent toises de hauteur. On entre dans ces montagnes au sortir de Solikamsca. Elles forment entre elles une chaîne qui s'étend du midi au nord, & sépare l'Asie de l'Europe, depuis la racine du Caucase jusqu'à la mer glaciale. Ces montagnes sont peu élevées, n'ayant que cinquante à quatre-vingt toises de hauteur, mais les rampes en sont très-rapides; lorsque M. l'abbé Chappes les traversa au commencement d'Avril 1761, la nature y étoit encore tout-à-fait engourdie; on reconnoissoit à la seule trace des traîneaux que ces lieux étoient habités. Un morne silence, une sombre horreur règnoient par-tout;

on n'y entendoit d'autre bruit que les cris de ceux dont les traîneaux se renversoient. L'hiver dans ces tristes régions dure pendant neuf mois, la neige ne s'y fond qu'à la fin de mai, & dès les premiers jours de septembre elle recouvre de nouveau la terre. Pendant ce long hiver, les habitans sont enfermés dans leurs chaumières, & pour aller de l'une à l'autre, ils sont obligés de s'ouvrir des passages sous des tas énormes de neige que les vents rassemblent. Cette neige, fort incommode pour les yeux, est semblable à une poussière très-fine qui pénétre par tout : elle paroît se former des vapeurs à mesure qu'elles sortent de la terre ; le froid de l'atmosphère les condense tout de suite, & le vent les précipite à la surface de la terre avant qu'elles aient le tems de se réunir & de se former en flocons : d'ordinaire le soleil brille pendant que cette neige tombe, ce qui lui donne un éclat singulier, & la rend encore

plus nuiſible à la vûe. C'eſt à-peu-près ſous cette forme que tombe la neige dans toutes les régions les plus froides, en Laponie, dans l'Amérique ſeptentrionale, & dans les iſles qui ſont à la même latitude, & où l'hiver ſe fait ſentir auſſi vivement.

En prolongeant encore la ligne, on trouve la neige plus bas; dans le Spitzberg, & les parties du Groenland les plus voiſines du pole, on en voit des montagnes qui s'élèvent de la ſurface la plus abbaiſſée du ſol & qui ne fondent jamais. On peut donc appeller cette ligne ſuppoſée, celle du terme inférieur & conſtant de la neige: car il doit y en avoir une autre, celle du terme ſupérieur, mais que ſelon toutes les apparences les ſommets des plus hautes montagnes du monde n'atteignent pas. S'il y en avoit d'aſſez élevées pour porter leurs cimes au-deſſus de tous les nuages, ces pointes ſeroient exemptes de neige & de glace

dans leurs parties ſupérieures, qui probablement ſeroient formées de rochers abſolument nuds ou d'un ſable très-aride; & comme elles pénétreroient dans cette même région où l'air n'eſt plus agité; on jouiroit à ce terme, ſi on pouvoit y parvenir & y vivre, d'une ſérénité parfaite & perpétuelle. Les anciens avoient l'idée de cette poſition, ils en firent le ſéjour de leurs divinités, & ils ſuppoſèrent en conſéquence que l'on étoit ſur l'Olimpe dans ce calme inaltérable. On a dit la même choſe du mont Ararat & du Pic de Ténériffe; quoique ce dernier, plus élevé que toutes les montagnes de l'ancien continent, n'atteigne pas même tout-à-fait le terme de la congélation.

Dans les opérations faites par les académiciens françois, ſur les montagnes du Pérou, quelques-unes de ces montagnes qui ſervirent à leurs triangles, comme le Cotopaxi, ont une partie neigée de ſix à ſept cent toiſes de hauteur perpendiculaire,

& le réſultat de leurs obſervations ſur cet objet, eſt que l'intervalle, dans le ſens perpendiculaire ou vertical, entre les deux termes de la neige, le haut & le bas de la zone qu'elle peut former, eſt au moins de onze à douze cent toiſes, dans la zone torride : & s'il y avoit des montagnes aſſez hautes, on leur verroit une ceinture de neige & de glace qui commenceroit à deux mille quatre cent quarante toiſes au-deſſus du niveau de la mer, & qui finiroit à environ trois mille cinq cent ou trois mille ſix cent toiſes; non par la ceſſation du froid, puiſqu'il eſt certain, au contraire, qu'il augmente à meſure qu'on s'éloigne du niveau le plus bas de la terre, & qu'on s'approche des régions les plus élevées de l'atmoſphère, mais parce que les nuages ou les vapeurs ne peuvent pas monter plus haut (*a*). On

(*a*) Voyez la relation abrégée du voyage au Pérou, de M. Bouguer, dans les mém.

peut, d'après les mesures comparées de la ligne supposée de l'équateur aux extrémités du globe, se faire une idée de l'élévation de la terre sous les cercles polaires & dans les climats qui y touchent, d'où elle semble aller toujours en s'abaissant jusqu'à l'équateur, où l'on trouve les plus hautes montagnes du monde, & la température des régions les plus froides à leur sommet, des neiges & des glaces éternelles de même qu'aux deux poles.

La neige & toutes les concrétions qui lui ressemblent, se forment donc tantôt plus haut, tantôt plus bas, & par un degré de froid inégal. C'est ce que l'on peut observer dans nos climats; j'ai vû neiger en hiver par des températures bien opposées, depuis un degré au-dessus du terme de la congélation jusqu'à

de l'acad. des sciences. An. 1741. pag. 249 & suiv.

quinze au-dessous. Je ne parle pas ici de ces neiges extraordinaires, que l'on voit tomber quelquefois en été, & qui sont l'effet de quelques coups de vent passagers, qui rassemblent des vapeurs & des exhalaisons assez froides pour faire paroître un moment dans la saison de la chaleur, les phénomènes du froid de l'hiver. Je ne considère ici les choses que dans leur état ordinaire, & je ne suis la nature que dans sa marche reglée.

Elle nous apprend que le degré de froid de la neige est égal à celui de l'air lorsqu'elle tombe, ou qu'elle acquiert peu de tems après, car on remarque qu'en restant sur la terre, elle se met au degré de la température qui domine, que son froid diminue en même proportion que celui de l'air, dont elle suit par conséquent les vicissitudes. Alors ses parties se rapprochent, il se forme souvent à l'extérieur une croute plus épaisse & plus solide; ce qui n'arrive pas à quelque pro-

ſondeur à un pied ou deux au-deſſous de la ſurface, où la neige reſte dans le même état qu'elle eſt tombée. C'eſt ce que prouve l'expérience des voyageurs au nord, qui ſe trouvant ſurpris par la nuit dans la campagne, ſe couchent ſous la neige, & échappent par ce moyen aux effets du froid qui pourroient être mortels, ou leur geler au moins quelque partie du corps : ils imitent en cela les animaux du pays, qui ſe tapiſſent ſous la neige & y reſtent cachés auſſi long-tems que la terre en eſt couverte. On a en Pologne des chiens dreſſés qui vont chercher les perdrix ſous la neige, & les en font ſortir, ou les y prennent. On raconte à ce ſujet qu'un ambaſſadeuur de la Porte à la cour de Varſovie, ſe trouvant ſurpris par une nuit obſcure dans les plaines de Pologne, loin de toute habitation, ſes gens lui formèrent un logement complet & même une cuiſine ſous la neige ; il s'y trouva auſſi commodément que dans une

auberge. On conçoit comment il étoit poſſible d'y reſſentir moins de froid que dans le palais de glace, qui fut élevé à Pétersbourg au mois de janvier 1740.

Dans les climats tempérés il eſt difficile de ſe faire une idée de la quantité de neige qui tombe dans les régions ſeptentrionales, & ſouvent avec une promptitude ſi grande, qu'il ſemble que des nuages de cette matière s'abaiſſent tout-à-coup ſur la ſurface de la terre qu'ils couvrent. M. Leopold rapporte, dans ſon voyage de Suede, qu'en 1707, il neigea pendant une ſeule nuit, dans la partie montueuſe du Smaland, de la hauteur de trois pieds. On obſerva en 1729, ſur les frontières de Suede & de Norvège, près du village de Villaras, qu'il y tomba ſubitement une ſi affreuſe quantité de neige, que quarante maiſons en furent couvertes, & tous ceux qui étoient dedans étouffés. Au mois de mars 1770, la neige a été ſi abondante

dans ces mêmes provinces, que tout commerce, ſur-tout du côté du nord, a été interrompu. Au mois de janvier 1741, il tomba à la Nouvelle Yorck, dans l'Amérique ſeptentrionale, une ſi grande quantité de neige pendant quarante-huit heures, que la terre en fut couverte à ſeize pieds de hauteur. Nous ne connoiſſons pas dans l'ancien continent ces effets extraordinaires & extrêmes de la nature, dans les différentes ſaiſons: ils ſemblent réſervés à ces terres nouvelles, où elle déploie ſes forces avec un plus grand appareil. Dans nos climats ſa marche quoique ſouvent incertaine, au moins à nos conjectures, eſt plus modérée. Nous avons vu avec étonnement dans nos provinces, le 31 mars 1769, tomber de la neige près de vingt-quatre heures de ſuite. Elle avoit commencé à neuf heures du matin, & étoit alors très-fine. Les flocons augmentèrent enſuite de volume, au point que quelques-

uns avoient plus d'un pouce de diamètre ſur une ligne ou deux d'épaiſſeur. Quoiqu'elle fondit à meſure qu'elle touchoit la terre, il en étoit tombé une ſi grande quantité que le lendemain matin, il y en avoit par-tout ſur la terre de plus de trois pouces d'épaiſſeur, excepté ſur les couches chaudes du jardin où elle ne tenoit pas un inſtant; je crus même obſerver que leur atmoſphère déja échauffée fondoit la neige avant qu'elle ne touchât le ſol, qui ne fut que légérement humecté. La neige avoit commencé par un vent de nord-eſt fort ſec qui duroit depuis pluſieurs jours. L'air étoit froid & piquant: j'examinai pluſieurs des plus gros flocons, ils étoient tous compoſés de petites étoiles à ſix pointes fort aiguës & blanches; après midi & ſur le ſoir tous les petits flocons étoient ſéparés & mêlés de très-petits grains ronds qui ſe fondoient plus difficilement que les flocons étoilés.

Il eſt difficile de faire aucune

conjecture solide sur la quantité de neige qui doit tomber : elle varie dans les climats différens. Passé le quarante-unième degré de latitude, elle tient rarement sur la terre, excepté sur les sommets des montagnes. A Rome on a regardé comme un phénomène extraordinaire qu'en 1768 il y eût de la neige au mois de mars, qui s'y soutint pendant quelques jours. Cependant à l'isle de Fer, la plus occidentale des Canaries, & qui n'est qu'environ au vingt-huitième degré de latitude, la neige y tombe avec tant d'abondance, qu'il arrive que des moutons que l'on met dans les pâturages, en sont couverts pendant l'espace d'un mois, au point qu'on ne les découvre plus que par une vapeur épaisse, qui s'élève de l'endroit où ils sont rassemblés, & qui perce à travers la neige dont ils sont couverts; ce que l'on doit attribuer à la hauteur de cette isle au-dessus du niveau de la mer.

En 1770 il est tombé de la neige

dans la partie méridionale de l'Apennin, environ au quarante-troiſième degré de latitude, plus que de mémoire d'homme on n'y en avoit vu. Le 29 janvier à Montepulciano en Toſcane & dans les environs, il y en avoit à une telle hauteur, que les chemins en devinrent tout-à-fait impraticables, & que les habitans furent renfermés dans leurs maiſons pendant quelques jours ſans pouvoir en ſortir. La nouveauté de ce phénomène en impoſa ſans doute à des peuples qui n'y étoient pas accoutumés, de même qu'à un couvent de Capucins ſitué ſur une montagne à trois lieues de Montepulciano, où la neige fut ſi abondante, que ces religieux, enfermés dans leur maiſon, furent à la veille d'y périr de faim. Ils durent leur conſervation à quelques gens du pays, plus courageux que les autres, qui ouvrirent dans la neige un chemin juſqu'au couvent, dans l'intention de ſecourir les Capucins & de leur porter des

vivres, qui arrivèrent d'autant plus à propos que depuis quelques jours, ils ne mangeoient déja plus que ce qu'il falloit pour ne pas mourir de faim. On ne peut pas déterminer au juste la quantité de neige qui tombe dans nos climats septentrionaux. Depuis le 30 novembre 1769, jusqu'au 11 avril 1770, il a neigé à vingt-cinq reprises différentes, & cependant il n'y en a jamais eu plus d'un pied d'épaisseur sur la terre, dans les montagnes de Bourgogne, environ le 17 janvier, tems auquel elle a été le plus abondante & a tenu le plus long-tems, elle fondit ensuite, & il en tomba à peu près la même quantité du 18 au 22 de février. Il n'en restoit plus sur la terre dans les premiers jours de mars. Le 20 de ce même mois elle en fut couverte de nouveau, elle se soutint pendant plusieurs jours; mais il n'en étoit pas tombé dans tout cet hiver autant que les nuits du 6 & du 7 d'avril, quoiqu'elle fondit

en tombant, il y en eut le matin de ces deux jours plus de quatre pouces sur la terre, qui cependant disparut avant midi. Le 10 & le 11 il ne cessa pas de tomber de la neige mêlée de pluie, dans laquelle on distinguoit des flocons très-blancs, qui avoient plus d'un demi-pouce de diamètre. Au commencement de ce même mois, il y en avoit de huit à dix pieds de haut du côté de Francfort, sur les montagnes, & la plupart des vallées en étoient comblées; tout le long de l'Alsace & dans les Vosges il y en avoit autant. La fonte de ces neiges a occasionné le débordement de plusieurs grandes rivières & des inondations très-fâcheuses.

§. VI.

§. VI.

Légéreté de la neige. Quantité d'eau qu'elle donne en ſe fondant. Son utilité pour la conſervation des plantes, & de quelques corps.

Tant que la matière de la neige garde la forme qu'elle avoit en ſe détachant de la nuée, elle conſerve quelque choſe de ſon premier état de raréfaction, ſes parties ſont entièrement pénétrées de ce fluide ſubtil, que nous avons reconnu être mêlé dans toutes les vapeurs & les exhalaiſons, qui contribue plus que tout autre agent naturel à leurs modifications. C'eſt le mêlange de ce fluide qui rend la neige ſi légère, ſi raréfiée & capable de fournir à une prompte & abondante évaporation; c'eſt ce qui fait que les vapeurs qu'elle répand dans l'atmoſphère ſont plus ſuſceptibles

d'un grand mouvement que celles qui sortent des eaux ou de la terre, & que les fontes de neige sont toujours accompagnées de vents impétueux, qui ont leur origine dans les lieux mêmes où elle est accumulée en plus grand volume, d'où ils s'étendent en diverses directions par le reste de l'atmosphère, souvent à une très-grande distance; c'est la véritable cause des grands vents qui se font presque toujours sentir dans le tems des équinoxes.

On ne peut douter que la neige ne contienne une grande quantité de matière éthérée, par le peu d'espace qu'elle occupe, lorsqu'elle est fondue; si elle n'est ni pressée ni foulée en tombant, elle a dix ou douze fois plus de volume que lorsqu'elle est dissoute, c'est-à-dire, que dix ou douze pouces de neige ne rendent pas plus d'un pouce d'eau & souvent encore moins, parce que à mesure qu'elle change de modification, la matière éthérée s'échappe. On voit la neige avant

que de se réduire en eau rentrer, pour ainsi dire, en elle-même : ses parties intégrantes s'affaissent les unes sur les autres, & son volume diminue : elle ne se résout pas comme les autres corps qui se fondent à la chaleur, comme le beurre, la graisse, ni même comme la glace dont la dissolution commence par les parties extérieures qui deviennent fluides les premières; toute la masse de la neige s'affaisse, se rapproche, & se dissout en même-tems.

Nous ne considérons ici la neige que dans l'état où elle tombe, lorsqu'elle n'a encore souffert aucune altération : il n'en est plus de même après qu'elle a été quelque tems sur la terre, & que soit par les émanations du fluide ignée terrestre, soit par la pression de l'atmosphère, elle est devenue une masse plus solide. C'est dans cet état sans doute que M. de la Hire la considéroit, lorsqu'il dit, d'après les observations rapportées dans l'histoire de l'aca-

démie des ſciences, année 1711. (*pag.* 16.) que la neige étant fondue ſe réduit toujours à la cinquieme ou ſixieme partie de la hauteur qu'elle avoit : ce qui eſt rapporté enſuite doit donner une idée plus juſte de la réduction de la neige, & de l'eſpace qu'elle occupe dans ſon état naturel. « Il tomba la nuit » du 13 au 14 février 1711, de la » neige qui ſe réduiſit environ à la » douzieme partie de ſa hauteur, » c'eſt-à-dire qu'en ſe fondant elle » diminua une fois plus qu'à l'or- » dinaire; la raiſon en étoit, ainſi » que M. de la Hire le remarqua, » qu'elle étoit fort fine, fort déliée, » & toute en petits filets extrême- » ment ſecs, qui ſe ſoutenant les uns » les autres, occupoient beaucoup » d'eſpace. A cauſe de cette même » ſéchereſſe, elle s'attachoit peu » ſur les toits, & ce qui en étoit » tombé du côté du nord d'où ve- » noit le vent, en avoit été entié- » rement emporté, quoiqu'il en » fût tombé ſix à ſept pouces ».

Weidler, (*obſervat. météreol.*) dit qu'ayant fait fondre en 1729 de la neige fort mince, & qui reſſembloit à de petites étoiles, il la trouva vingt-quatre fois plus rare que l'eau, c'eſt-à-dire que vingt-quatre pouces de neige ne donnèrent qu'un pouce d'eau. C'eſt dans cet état qu'il faut conſidérer la neige, telle qu'on la voit dans le fort de l'hiver dans les pays qui en ſont couverts pendant ſix ou ſept mois; c'eſt une eſpece de pouſſière fine & ſéche, haute communément de quatre ou cinq pieds dans les endroits où il y en a le moins, dans laquelle il eſt impoſſible de marcher quand une fois elle eſt parvenue à cette hauteur, & tant qu'elle reſte dans cet état.

La quantité de matière éthérée ou de fluide ſubtil mêlé avec les molécules organiques de la neige, eſt ſans doute la cauſe pourquoi elle contribue tant à la fertilité des terres & à l'accroiſſement des végétaux, auxquels elle ſert de couver-

ture pendant les rigueurs d'un long hiver, & dont elle conserve les semences & les plants. Au retour d'une température plus douce, on les voit pousser avec rapidité, pourvu que la neige qui les couvroit se soit fondue insensiblement, ait pénétré doucement les plantes qu'elle ranime d'une nouvelle vigueur, car en fondant subitement, elle pourroit détruire l'organisation & le tissu des végétaux encore tendres, dont les parties intégrantes ne sont alors que foiblement unies les unes aux autres. Il faut encore pour cela que la douceur de la température se soutienne, car rien n'est plus pernicieux aux arbres & aux plantes qu'une neige qui séjournant sur la terre se fond en partie pendant le jour, pour se geler de nouveau pendant la nuit suivante. Les pores des plantes dilatés par l'humidité qui les a pénétrés de toutes parts, se trouvent tout d'un coup remplis d'une multitude de petits glaçons,

qui comme autant de coins les font éclater & les détruisent. C'est ce qui fit mourir dans plusieurs contrées du bas Languedoc & en Provence quantité d'oliviers, de figuiers & d'autres arbres à fruit pendant l'hiver de 1755. En 1709 la même cause détruisit la plus grande partie des noyers & des autres arbres aussi vigoureux; c'est ce qui fait périr si souvent les arbres fruitiers dans les plaines humides & glacées des régions septentrionales; il n'y a que les arbres extrêmement durs ou résineux qui par leur tissu particulier ne reçoivent pas l'humidité extérieure, qui résistent à ces variétés de température, à ces alternatives d'une chaleur humide & d'un froid sec & pénétrant.

On a cependant toujours observé que les années où il tombe beaucoup de neige qui reste assez longtems sur la terre, ne sont jamais stériles; à quelque degré d'intensité que le froid soit porté. Nous avons vu à la suite des hivers de 1767 &

1768, le printems s'ouvrir avec toutes les apparences d'une récolte heureuse, qui à la vérité furent bientôt altérées, par des froids extraordinaires, des pluies & des vents nuisibles, dans une saison où l'on ne devoit s'attendre qu'aux agrémens d'une douce température; on ne pouvoit pas attribuer ces accidens à l'abondance de la neige & au tems qu'elle avoit séjourné sur la terre, car si elle en eût encore été couverte au mois de mars 1768, la forte gelée qui dura du cinq au douze, n'eût pas fait autant de ravages; les plantes eussent été garanties & se fussent développées avec autant d'avantage que celles qui croissent sur les sommets des montagnes couvertes de neige pendant la moitié de l'année. On voit qu'elles sont mieux nourries, plus fraîches, plus vigoureuses, plus substantielles que celles de même espèce qui croissent dans les terres basses. Ce météore qui tient les habitans de la Savoie, de la Mau-

rienne & d'une partie de la Suiſſe, enfermés ſous leurs cabanes, pendant un hiver toujours long & rigoureux, les conſole au retour de la belle ſaiſon, & les dédommage de la gêne où il les a tenus. Le bétail qu'ils ont nourri avec peine, d'un peu de chaume ſec, pendant ſix mois au moins, qui paroît maigre & exténué, n'a pas plutôt paſſé quelque tems dans ces pâturages fertiles, que les rayons du ſoleil font ſortir de deſſous la neige, qu'il reprend une nouvelle vigueur en broutant les plantes ſalutaires qu'elle a conſervées. Elle eſt la ſource la plus certaine de l'aiſance à laquelle peuvent aſpirer les habitans d'un pays pauvre par lui-même, & dont le produit du bétail eſt toute la richeſſe. La neige eſt pour eux ce que les eaux du Nil ſont pour l'Egypte : ſi elle manquoit, ſi leurs montagnes déja ſi arides étoient deſſéchées par une longue gelée, par ces froids piquants & ſecs qui ſont ſi funeſtes

aux contrées les plus heureuſes, toute reſſource leur ſeroit enlevée. Sur les coteaux les plus élevés du mont Atlas & tournés au nord, où la neige ſe conſerve pendant cinq ou ſix mois de ſuite, on voit dès le mois d'avril, lorſquelle commence à fondre, la pointe des épis percer à ſa ſurface, croître & ſe fortifier à meſure qu'elle diminue, & la récolte s'en fait dès que la terre eſt abſolument découverte. Sans ce bienfait de la nature, ces terres chaudes & ſéches ne pourroient pas fournir à l'entretien d'une végétation auſſi féconde.

Ainſi la neige ſert de pluſieurs manières à l'avantage des plantes, tant parce qu'elle intercepte l'action du froid extérieur, que parce que la chaleur de la terre reſſerrée dans ſon ſein, accélère l'accroiſſement des racines, les fortifie, & dès que la température s'adoucit, la plante pouſſe avec vigueur, les ſels de la terre ſe développent plus facilement; la glèbe eſt cuite en

quelque ſorte, la neige l'a entretenue dans une douce fermentation, dont elle a conſervé la chaleur ſans l'étouffer. La manière dont la neige tombe & ſe raſſemble ſur la terre contribue à ces avantages. Elle la charge moins qu'elle ne la couvre, elle ne vient qu'inſenſiblement, & ne produit ſon effet qu'à la longue : en quoi elle diffère de la pluie, dont l'action ſe manifeſte ſouvent avec une rapidité nuiſible. Ce qui fait dire à Pline que : « les vœux » des arbres & des fruits ſont que » la neige dure longtems ſur la » terre, parce que non-ſeulement » elle retient & comprime l'ame de » la terre (le fluide ignée) qui s'en » exhaleroit, & qu'elle repouſſe au- » dedans ſur les racines des produc- » tions & leurs ſemences ; mais enco- » re parce qu'elle leur communique » inſenſiblement une humidité lé- » gère & pure, une humeur qui ne » les ſoule pas tout d'un coup, qui » ne les affoiblit pas en les de- » layant, mais qui diſtille à me-

» ſure que la plante en a beſoin,
» comme le lait d'une mammelle
» qui nourrit ſans inonder (*a*). Ainſi
» la terre fermente pleine de ſucs,
» ſans être épuiſée par les ſemen-
» ces qui en tirent une nourriture
» abondante. Dès que le printems
» s'ouvre, que l'air s'adoucit, on
» la voit ſe prêter à une végétation
» heureuſe & forte; c'eſt par ce
» moyen ſur-tout que s'engraiſſent
» les champs, & que les blez ſe
» conſervent & ſe multiplient (*b*).

(*a*) *Ergo humor ex his non univerſus, ingurgitans diluenſque, ſed quomodo ſititur diſtillans, velut ex ubere alit omnia quæ non inundat....* Plin. hiſt. natural. lib. 17. cap. 2.

(*b*) La terre eſt ordinairement couverte de ſept à huit pieds de neige dans le Canada pendant l'hiver; dès qu'elle eſt fondue, la terre ſe couvre de verdure, les arbres de feuilles & de fleurs, & les ſemailles lèvent avec une rapidité étonnante, quand la terre n'a pas été gelée ſous la neige. *Voyez* les obſervations météréologiques faites à Québec en 1743,

La neige a une autre utilité dans les pays chauds, on l'y emploie au lieu de glace pour rafraîchir les liqueurs en été, & on la conſerve de même que la glace dans les glacières. Pour cela on la ramaſſe par pelottons ſur les montagnes où elle s'accumule, ou dans les plaines où elle ſéjourne quelque tems; on la bat, on la preſſe afin qu'il n'y reſte point de vuides, & dans les plus grands froids, on y jette de l'eau qui en remplit les intervalles en ſe gelant auſſitôt.

Quoique preſque par-tout on regarde la neige comme une couverture incommode tant qu'elle eſt répandue à quelque hauteur ſur la terre, elle a donc des uſages reconnus, & une utilité marquée. Si l'on s'en rapporte à Thomas Bartholin, fameux médecin danois, elle a plus de propriétés encore

dans les mém. de l'acad. des ſciences, an. 1744.

qu'on ne lui en connoît. Il a fait un livre assez considérable pour prouver combien la neige est utile dans la médecine. Après avoir expliqué comment elle fertilise la terre, il assure qu'elle est un préservatif contre la peste, qu'elle guérit les fièvres, les coliques, les maux de tête & d'yeux, aussi bien que les pleurésies. Il dit que pour cette dernière maladie les paysans du Dannemarck prennent de l'eau de neige ramassée au mois de mars: il prétend même qu'elle prolonge la durée de la vie: il donne pour exemple les habitans des Alpes, qui parviennent à un grand âge; il auroit pû, à plus forte raison, citer les Suédois, les Lapons, les peuples de la Norvège, où l'on trouve tant de vieillards qui ont vécu plus de cent ans.

La neige a encore la propriété de conserver les corps morts, ce que le même auteur prouve par quelques personnes ensévelies sous la neige en passant les Alpes, &

qu'on a retrouvées dans le milieu de l'été, après la fonte des neiges, sans qu'elles fussent corrompues ; ce qui arrive de même en Laponie, au Groenland, dans le Spitsberg & même dans les terres glacées de la Sibérie. Mais c'est l'action du froid plutôt qu'aucune vertu particulière à la neige qui conserve les corps morts en les roidissant, en arrêtant la fermentation des humeurs, & le mouvement intestin qui en est la cause, ainsi que de la corruption & de la dissolution des corps. C'est par cette raison que les peuples de l'Islande couvrent leurs viandes & leurs poissons de neige, qui, en les durcissant, & en empêchant l'action de l'air extérieur, leur procure le même avantage qu'ils pourroient tirer du sel & de la saumure, & sans doute leur rend plus salutaire l'usage de ces alimens : ces expériences prouvent que la neige, à raison de la quantité d'esprits de nitre dont elle est pénétrée, doit être regardée comme

un anti - ſeptique très - efficace.

Bartholin remarque encore que les corps ainſi conſervés demeurent dans les mêmes poſtures & les mêmes attitudes où ils étoient au moment de leur mort. Il rapporte pour exemple ce qui arriva à la levée du ſiège de Copenhague par les Suédois, le 11 février 1659. « On fit, dit-il, un grand carnage » des ennemis, & pendant leur » déroute il ſurvint une neige » abondante, ſous laquelle ils fu- » enſévelis en partie : on les trouva » quelque tems après couchés par » terre, les uns roides & montrant » un viſage en colère, les autres » avec les yeux levés au ciel, d'au- » tres la bouche ouverte paroiſ- » ſoient grincer des dents, d'autres » l'épée à la main avançoient le bras » comme s'ils euſſent voulu défier » leurs ennemis au combat (*a*) ». On voit dans tout ce détail que

(*a*) Bartholin, *de uſu nivis*, *cap.* 2.

Bartholin vouloit accréditer ſon ſentiment particulier par quantité de prodiges, dont la plupart n'exiſtoient que dans ſon imagination; & que les effets qu'il attribuoit excluſivement à la neige, ſont en général ceux d'un froid violent. Ainſi la neige a quelques qualités reconnues pour rendre la terre fertile, mais ſa grande utilité vient de ce que dans les pays ſeptentrionaux, elle garantit les blez & les autres végétaux de la rigueur immédiate du froid, & ſur-tout des vents ſecs & perçans qui détruiſent en grande partie les ſemailles: c'eſt pour cela qu'après les neiges fondues, les agriculteurs redoutent tant les vents du nord, & les gelées tardives, qui font plus de tort à la récolte, lorſqu'elles durent quelque tems, que les froids les plus violens de l'hiver (*a*).

(*a*) Théologie phyſique de Derham, ch. 3. des nuages & de la pluie.

§. VII.

Utilité de la neige dans les régions ſeptentrionales.

La neige eſt d'une utilité particulière aux pays ſeptentrionaux; elle établit pendant l'hiver une communication entre les provinces les plus éloignées, par des marais & des bruières inabordables, en toute autre ſaiſon. C'eſt alors que l'on voyage aiſément dans ces vaſtes régions avec le ſecours des traîneaux, & que l'on tranſporte les denrées d'une province à l'autre. Il eſt auſſi commode de marcher la nuit que le jour : Olaus Magnus nous apprend que dans les contrées les plus au nord, lorſque la lune luit, & que la neige en réfléchit la lumière, on peut faire ſa route ſans peine, découvrir de loin les ours & les autres bêtes féroces, & ſe précautionner contre leurs attaques.

Dans ces climats, les jours ſont alors très courts, & les nuits longues, à proportion que l'on eſt plus près du pole. La manière de voyager dans les montagnes, eſt de faire par jour deux milles, qui répondent à douze milles d'Italie ou quatre grandes lieues de France. Mais dans les nuits éclairées par la lune, on fait deux ou trois fois autant de chemin, & cela très-ſûrement, parce que la réflexion de la lumière de la lune ſur la neige, éclaire également, des quatre côtes, les penchans des montagnes, de manière que l'on peut découvrir de loin l'eſpace que l'on a à parcourir, les obſtacles qui peuvent s'y rencontrer, & prendre ſes précautions pour les éviter. Dans ces terres glacées & neigeuſes telles que la Sibérie, on découvre les objets de beaucoup plus loin, en voyageant la nuit, que dans les régions plus tempérées, telles que la France ou l'Angleterre; même ſans lune l'air y eſt plus net, plus lumineux pendant

la nuit. Outre l'effet de la neige, l'intenſité du froid de ces climats, peut contribuer à ce phénomène. Il purge l'air de ces vapeurs épaiſſes qui l'obſcurciſſent dans les régions tempérées, où les rayons du ſoleil excitent preſque tous les jours une évaporation ſenſible, qui répand dans l'atmoſphère, quantité de vapeurs qui ſe condenſent par le froid de la nuit, & rendent l'air plus épais & plus obſcur.

Dans la Laponie & les régions qui ſont couvertes de neige pendant la plus grande partie de l'année, dès le commencement de l'hiver, on marque avec de hautes branches de ſapin, les chemins qui doivent conduire aux lieux fréquentés, tant ſur les terres que ſur les lacs & les fleuves glacés, ſur leſquels on paſſe de préférence, parce que la ſurface en eſt plus unie. Dès que les traîneaux ont foulé la première neige qui couvre les chemins, & les ont creuſé; la nouvelle neige que les vents répandent

de tous côtés, les relève & les met de niveau avec le reste de la campagne ; de sorte qu'il se forme, après un certain tems, des chaussées de neige foulée, fort solides, dont on a le plus grand soin de ne pas s'écarter, car à droite ou à gauche on tomberoit dans des abymes de neige. Dans le fond des forêts & dans les lieux écartés, les Lapons ne retrouvent leurs chemins qu'à certaines marques faites aux arbres, & s'il survient des ouragans assez communs dans la saison des neiges, on ne peut voir à deux pas de soi, ni se conduire ; de sorte qu'il n'est plus possible de reconnoître la route que l'on a tenue. On ne peut parer à ces inconvéniens, qu'en passant sous des tentes que l'on porte avec soi, le tems de ces orages, qui quelquefois durent assez long-tems : encore souvent il est très-difficile d'assurer ces tentes, ce que l'on ne peut faire qu'avec le secours des arbres auxquels on les accroche. Les Lapons, peuple très-crédule,

ont alors mille histoires prodigieuses à raconter de gens qui ont été enlevés avec leurs Rennes & leurs traîneaux, & jettés dans des précipices, sur les rochers ou dans les lacs, où ils sont restés ensévelis, & dont jamais on n'a depuis entendu parler.

C'est néanmoins dans la saison où les neiges sont le plus abondantes, & dans le fort de l'hiver, que les habitans de ces contrées glaciales & presque désertes, font tout le commerce utile dont leur pays est susceptible. C'est alors que se fait le transport de la pelleterie, du poisson sec, des bois de construction & de quelques autres denrées, qui sont la ressource de ce pays si pauvre par lui-même; que l'on charrie sur des traîneaux la mine qui doit servir pendant l'été à l'entretien de quelques forges que l'on trouve en Finlande & en Suede, où il n'est possible de travailler que cinq mois environ, la glace arrêtant le reste de l'année le service que

l'on peut tirer de l'eau & des roues qu'elle fait mouvoir. Le tems des neiges eſt auſſi le plus favorable pour voyager dans la plupart des provinces de la Suede, & pour tranſporter d'un lieu à un autre les denrées, ſoit de conſommation, ſoit de commerce, ou néceſſaires à l'entretien des fabriques établies dans le pays.

Il y a dans cette ſaiſon une ſûreté à voyager que l'on ne trouve ni au commencement ni à la fin de l'hiver. Les Rennes ne ſont pas encore épuiſés par la longue diète à laquelle ils ſont réduits pendant toute la ſaiſon des neiges, ne trouvant que difficilement à ſe nourrir; il leur reſte alors aſſez de forces pour fournir de bonnes traites. Ils n'ont pas cette vigueur, cette fougue avec laquelle ils emportent les traîneaux ſans qu'on puiſſe les retenir, & qui font courir des riſques continuels aux voyageurs, qui ſont horriblement fatigués, & de la contrainte où il faut qu'ils ſoient dans cette

eſpèce de voiture, & de la rapidité du mouvement auquel ils ſont expoſés, lorſque ces animaux ſont dans toute leur force, après s'être repoſés & nourris abondamment pendant tout l'été. On n'a pas non plus à craindre qu'ils tombent de fatigue en chemin, & qu'ils ne ſuffiſent pas à traîner les fardeaux les moins peſans, ainſi qu'il arrive ſouvent à la fin de l'hiver. Ce ſeroit cependant la ſaiſon la plus commode pour ſuivre les chauſſées dont nous avons parlé, parce qu'après les premières fontes qui arrivent à la ſuperficie de la neige, de nouvelles gelées forment une croûte de glace fort unie, aſſez forte pour porter les hommes & même les traîneaux, dont le mouvement eſt facile & très-doux : mais dans ce tems, un Renne qui faiſoit au commencement de l'hiver quarante lieues par jour, peut à peine en faire dix & quelquefois moins.

Les traîneaux dont on ſe ſert appellés *pulkas* par les gens du pays, ont

ont à peu près la forme d'une gondole; on y reſte dans une même poſition, courbé en arrière, & ſouvent on eſt obligé de s'y faire attacher, pour n'être pas renverſé par les mouvemens précipités des Rennes vigoureux, où dans les terreins inégaux. D'une main on tient une eſpèce de guide pour conduire le Renne, de l'autre un bâton pour redreſſer le traîneau, & le ſoutenir en équilibre, lorſqu'il panche plus d'un côté que de l'autre.

Ce n'eſt pas ſans étonnement que l'on voit alors les Finois & les Lapons traverſer les ſommets des montagnes & des rochers dont les intervalles ſont comblés de neige, à l'aide de deux planches fort minces longues de ſept à huit pieds, recourbées par le bout, & attachées à leurs pieds, qui leur ſervent à gliſſer ſur la neige : il n'y a que l'habitude ſeule qui puiſſe enhardir à cette manière de voyager. La néceſſité de chaſſer pour fournir à leur ſubſiſtance, & entretenir le com-

merce de fourures, qui leur est si utile & qu'ils ne peuvent faire que pendant l'hiver, leur a donné cette industrie qui surprend & effraie les étrangers, qui les voient courir sur la neige avec la rapidité du vent; monter & descendre les montagnes les plus escarpées; franchir les précipices avec autant d'assurance que de dextérité; suivre les Rennes les plus vigoureux à la course, & faire dans une heure cinq à six lieues. Dans toutes ces régions, si la neige ne tombe pas aussitôt qu'à l'ordinaire, & dans la quantité accoutumée, le commerce est interrompu, & il en résulte un dommage considérable. Nous verrons encore que la neige fournit, par une évaporation continuelle quoi qu'insensible, la matière de ces phénomènes brillans, de ces aurores boréales qui donnent un spectacle magnifique à ces contrées glaciales, & font oublier les horreurs de ces nuits froides qui durent si long-tems.

§. VIII.

Qualités avantageuſes & nuiſibles de la neige. Phénomènes particuliers qui précèdent, accompagnent ou ſuivent la chûte de la neige.

La quantité de flèches glaciales que les vents enlèvent de la ſurface de la neige, & qu'ils répandent dans l'air avec une multitude de particules ſalines & nitreuſes, contribuent beaucoup à augmenter le degré du froid, & à en ſoutenir la durée. Nous en reſſentons l'incommodité dans nos climats tempérés, lorſque la terre eſt couverte de neige & qu'il règne un vent ſec & haut, quoique le ciel ſoit ſerein & que le ſoleil brille de tout ſon éclat. Alors on éprouve des gelées auſſi fortes par les vents de ſud que par ceux de nord; tant il eſt vrai que les particules glaciales qui ſe

répandent de la neige dans l'air, entretiennent le froid. Mais ce qui est incommodité dans une saison & sous un climat, devient bienfait dans un autre. Les neiges qui couvrent perpétuellement les sommets des plus hautes montagnes de la chaîne des Andes, modèrent beaucoup les chaleurs que l'on ressent au Pérou, qui sans cela pourroient être excessives. Il en est de même de plusieurs autres pays situés dans la zone torride, ou hors de cette zone dans le voisinage des tropiques. Par-tout, les vents qui ont passé sur des montagnes couvertes de neige, refroidissent toujours les plaines voisines où ils se font sentir. C'est par cette raison que certains pays sont plus froids ou moins chauds qu'ils ne devroient être, relativement à leur distance de l'équateur. Ainsi l'Arménie est très-froide, quoiqu'elle ne soit qu'au quarantième degré de latitude.

Nous avont vu plus haut qu'en Pologne & dans les régions qui s'é-

tendent au nord & à l'orient, les animaux & les oiseaux qui vivent dans la campagne, savent se tapir sous la neige & y vivre; nous voyons de même dans nos plaines en montagne, où la neige dure quelquefois très-longtems, les renards, les lievres & les perdrix faire des découverts, & même avancer sous la neige & chercher dans les productions de la terre, qu'elle couvre, leur nourriture ordinaire; mais aucun d'eux ne tire sa subsistance de la neige. On ne connoît point d'autre animal qui s'en nourrisse que ces vers blancs, gros comme le petit doigt, que l'on dit se trouver dans la neige des montagnes qui sont à trois journées à l'ouest d'Ispahan. On les voit se remuer vivement dessus, on en trouve dans la neige, & si on les écrase, on éprouve qu'ils sont excessivement froids. On ne sait s'ils se forment dans la neige, mais il est probable qu'ils y vivent, & qu'ils en tirent

leur nourriture *(a)*. En général elle est très-contraire à la santé, à la force, à la vie même des animaux, sur-tout de ceux qui vivent en liberté dans la campagne : elle les prive de la facilité de trouver leurs alimens ordinaires. Plusieurs périssent de faim si la terre est long-tems couverte de neige : ceux qui résistent à la rigueur du froid, & aux tourmens de la faim, sont foibles, maigres, languissans, peut-être meurent-ils des maladies qui en sont la suite. Combien en trouve-t-on de morts, sur-tout parmi les oiseaux, avec toutes les apparences d'avoir succombé à l'extrémité de la faim. Dans les terres Arctiques, lorsqu'elles sont entiérement couvertes de montagnes de glace & de neige, on voit les ours braver avec une férocité intrépide,

(*a*) Voyages de Chardin, tom. 4. édit. de 1711.

tout ce qui s'oppoſe à leurs entrepriſes pour ſoulager la faim qui les dévore : les renards & les ours n'abandonnent plus le voiſinage des habitations, toujours prêts à ſe jetter ſur les animaux domeſtiques qui pourroient en ſortir. Les rennes & les orignaux maigres & décharnés, peuvent à peine ſe ſoutenir : ce n'eſt pas l'excès du froid qui les réduit à cet état, c'eſt la difficulté & ſouvent l'impoſſibilité de trouver leur ſubſiſtance.

Quant aux hommes, les vapeurs qui ſortent de la neige troublent leur organiſation au point d'arrêter ſouvent toutes les ſenſations. Un de ſes inconvéniens les plus ſenſibles, eſt l'eſpèce de cécité qu'elle occaſionne. Comme la neige réfléchit la lumière avec force, il n'eſt pas ſurprenant que ceux qui ont la vue foible ne puiſſent pas en ſupporter l'éclat. Il n'eſt même perſonne qui, après s'être promené longtems dans la neige pendant le jour, n'en ſoit ébloui au point de

reſter quelque tems comme aveuglé. Les hommes mêmes qui ſont habitués au genre de vie le plus dur, les ſauvages du nord, ſi robuſtes & ſi actifs, ſont fort ſujets à la cécité, maladie terrible pour eux, & très-douloureuſe, qui eſt cauſée par l'action de la lumière fortement réfléchie ſur la neige, ſur-tout au printems quand le ſoleil commence à reſter quelque tems élevé ſur l'horiſon. Ils n'ont trouvé d'autre moyen de prévenir ce cruel accident, qu'en ſe ſervant d'habitude d'une ſorte de garde-vue, qu'ils appellent *yeux à neige*, qui ſont des petits morceaux de bois ou d'yvoire, ouverts d'une fente fort étroite de la longueur des yeux, à travers leſquels ils apperçoivent diſtinctement les objets & de fort loin, ſans reſſentir les incommodités d'une lumière trop vive.

C'eſt un inconvénient attaché à tous les pays couverts de neige. Ceux qui ont la vue foible & tendre, & qui ne ſont pas habitués à

ce genre de lumière, ne peuvent pas en ſupporter l'éclat éblouiſſant : ceux mêmes qui ont cet organe le plus fort, éprouvent dans ce cas que la lumière a une action extraordinaire qui les bleſſe, s'ils ſont obligés d'avoir longtems les yeux fixés ſur des campagnes couvertes de neige. On a fait cette remarque dans tous les tems : Xenophon ramenant les Grecs du fond de l'Aſie dans le lieu de leur origine, & étant arrivé avec ſon armée dans les montagnes d'Arménie, alors toutes couvertes de neige, pluſieurs de ſes ſoldats perdirent la vue par le ſeul éclat de la lumière réfléchie ; tous en général en furent incommodés, & ils ne s'en garantiſſoient qu'en ſe couvrant les yeux avec un morceau d'étoffe noire. Un médecin Anglois racontoit à M. Boyle, qu'après avoir parcouru la Ruſſie ſeptentrionale & la Sibérie, l'éclat de la neige lui avoit tellement affoibli les yeux, que depuis ce tems il en avoit toujours été incommo-

dé *(a)*. C'est donc autant à la quantité de lumière que la neige réfléchit qu'il faut attribuer le mal qu'elle fait aux yeux, qu'à aucune qualité particulière qui lui soit inhérente.

On éprouve encore que la neige rend la respiration difficile, qu'elle affecte désagréablement la gorge & les poumons; que souvent même les exhalaisons qui en sortent causent un désordre total dans l'organisation, suivi d'une défaillance presque toujours mortelle pour ceux qui ne sont pas à portée de recevoir de prompts secours; c'est ce qui est arrivé en divers tems à des hommes forts & vigoureux que l'on a trouvé morts sur la neige; accident qu'on ne peut attribuer qu'à une défaillance occasionnée par l'action des vapeurs émanées de ce météore; car ils n'avoient pas été étouffés,

(a) *Experiment. histor. colorum. part.* 2. *cap.* 1.

ainſi qu'il arrive à ceux qui tombent dans les précipices qui ſont remplis de neige, où qui ſont accablés par la chûte d'une maſſe conſidérable de cette matière. On trouva à la fin du mois de janvier 1767, dans la plaine élevée qui eſt entre Chanceaux & Saint-Seine, dans la Bourgogne ſeptentrionale, un forgeron très-robuſte, encore jeune, mort ſur la neige; ce qui ne put être occaſionné que par les effets dont j'ai parlé. Cet homme n'étoit pas malade, il ne venoit que d'environ deux lieues, chemin qui ne l'avoit pas fatigué; toutes les informations que l'on fit, prouvèrent qu'il n'étoit pas ivre: il fut donc ſurpris par une défaillance à laquelle il ſuccomba, & qui probablement fut cauſée par l'état de l'air trop imprégné des vapeurs de la neige qui commençoit à fondre. Ce qu'il y eut de plus remarquable encore, c'eſt que ſon chien après avoir couru longtems aux environs, ainſi qu'on le reconnut à ſes traces,

comme s'il eût cherché du secours pour son maître, fatigué sans doute, s'arrêta auprès de lui, où on le trouva mort : on prétend même qu'il avoit été jusqu'à sa maison, où, par ses aboiemens & ses cris, il sembloit demander du secours, & que n'ayant pu déterminer personne à le suivre, il revint se coucher à côté de son maître, où le froid le saisit & où il mourut. Exemple mémorable de la fidélité de ces animaux pour ceux avec lesquels ils vivent en société.

L'eau de la neige fondue est très-contraire à la santé, tant à raison de sa froideur & de sa pesanteur, que du nitre qui y domine; elle affecte désagréablement le goût, charge l'estomac, nuit à la digestion & trouble le cours du sang; c'est le sentiment des modernes. Les anciens pensoient à peu près de même. Aulu-Gelle (*liv.* 19. *ch.* 5.) écrit que dans les pays méridionaux, les gens les plus raisonnables s'abstenoient pendant les chaleurs

de l'été de boire des eaux de neige, à cauſe des inconvéniens qui en réſultoient, quoique ce fût un des plaiſirs de cette ſaiſon. Ils regardoient la neige comme une eau condenſée, qui, avant que d'arriver à ce point, avoit perdu ſes parties ſubtiles & légères, les plus lourdes & les plus malſaines reſtant. Ce n'étoit, ſelon eux, que l'écume des vapeurs qui ſervoient à la former. La preuve de cette vérité étoit ce que la neige perdoit de ſon volume dans la liquéfaction, par laquelle ils prétendoient encore que tout ce qui reſtoit de plus ſubtil & de plus léger s'évaporoit. L'autorité d'Ariſtote, cité dans ce même chapitre, y eſt préciſe : il dit que l'uſage des eaux de neige & de glace eſt très-contraire à la ſanté, qu'elles portent inſenſiblement dans la maſſe des liquides un principe de corruption & de déſordre qui ſe manifeſte de toutes ſortes de manières, mais qui ne pardonne preſque jamais. L'un de ſes effets les plus marqués, ſont

les goëtres, ou ces tumeurs énormes adhérentes au col, que portent la plus grande partie des habitans de la Maurienne & quelques-uns de ceux de la Savoie. Il paroît que l'on ne peut attribuer la formation de ces goëtres qu'à un principe de condensation & de concrétion, que les eaux de neige établissent dans les liquides. Car qui sont ceux qui en sont le plus communément affligés? ce sont les paysans, les journaliers, les pauvres, & tous ceux qui usent continuellement de ces eaux qu'ils ne peuvent tempérer par l'usage du vin, & sur-tout dans les contrées où il n'y a que de l'eau de neige fondue. Il est probable encore que les enfans nés de pères & de mères portans goëtre, ont dans leur sang le principe de cette incommodité, que leur boisson ordinaire développe promptement, & dont le période est, que lorsqu'ils sont arrivés à leur dernier point de grosseur & de dureté, ceux qui les portent deviennent absolument imbécilles : preu-

ve ſans réplique du dérangement total de l'organiſation. Les habitans du royaume de Tipra, dans les Indes orientales, au nord d'Aracan, quoique ſous le tropique du cancer, mais dans un pays fort montueux, & dont toutes les hauteurs ſont couvertes de neige pendant l'hiver, ſont ſujets à ces tumeurs, qui leurs pendent juſques ſur les mammelles, les hommes en ont ſouvent deux de la groſſeur du poing ; ils regardent cette excreſcence comme une beauté qui leur eſt particulière : elle eſt ſans doute produite par la même cauſe qui fait naître les goêtres en Savoie.

Il eſt difficile de connoître par des ſignes certains s'il doit tomber de la neige ou de la pluie, & en quelle quantité. Muſſenbroek (§. 1412.) dit qu'il n'en avoit obſervé aucun en Hollande; que cependant ſi dans les mois d'hiver, ſur-tout dans celui de mars, le vent de nord-oueſt ou de nord ſoufflent, & que la colonne de mercure ſoit

basse dans le baromètre, on remarque souvent qu'il survient de la neige, parce que la pluie qui tombe alors de quelque nuée, ayant à traverser un air très-froid, se convertit en neige. Je crois qu'on peut appliquer la même observation à tous les pays situés au-delà du quarante-quatrième degré de latitude, c'est-à-dire des Alpes au cercle polaire. C'est ce que nous avons observé dans nos climats dans le mois de mars 1770. Nous avons vu par des vents différents, l'air étant constamment froid, tantôt sec, tantôt embrumé, la colonne de mercure fort basse dans le baromètre; disposition qui étoit enfin terminée par la chûte de la neige, après bien des variations dans l'air, où il règnoit presque constamment deux vents opposés, qui occasionnoient plus, que toute autre cause, l'abaissement du mercure, parce que la colonne d'air divisée perdoit nécessairement beaucoup de son poids.

Les Suédois ont ſur la neige une remarque qui eſt particulière au climat qu'ils habitent. Lorſque pendant l'hiver & dans la nuit, le ciel eſt couvert de nuages & qu'il paroît couleur de ſang du côté de l'occident d'été, de même que ſi une maiſon, un arbre ou tout autre corps élevé étoit embraſé à une grande diſtance, ils appellent cette apparence feu de neige; & ils ont remarqué qu'alors il neigeoit toujours à deux ou trois lieues de l'endroit où l'on appercevoit ce phénomène, qui n'a lieu que dans l'obſcurité de la nuit, & qui paroît être occaſionné par les vapeurs & les exhalaiſons qui s'élèvent de la neige. Il ſemble être le commencement d'une aurore boréale imparfaite, dont le développement eſt arrêté par l'humidité de l'air & l'épaiſſeur des nuées dont le ciel eſt couvert.

La chûte de la neige peut encore avoir ſes phénomènes extraordinaires comme la pluie a les ſiens, &

entraîner dans sa chûte des corps étrangers dispersés dans l'air. Au mois de janvier 1749, à Leufta en Suéde, & dans quatre ou cinq paroisses voisines, on apperçut en plusieurs endroits, la neige couverte de vers & d'insectes de différentes espèces, bien vivants. Le plus grand nombre cependant étoit de certains vers à six pieds qui se tiennent ordinairement sous la terre; on avoit vu ces insectes tomber avec la neige, & plusieurs personnes en avoient ramassé sur leurs chapeaux. On fit ôter une partie de la neige des endroits où on avoit remarqué les vers, & il s'en trouva de nouveaux dans celle qui étoit précédemment tombée, & qui avoient été recouverts par la dernière neige. Il n'étoit pas possible qu'ils fussent sortis de dessous la terre, qui dans cette saison étoit gelée de plus de trois pieds, & absolument impénétrable à ces insectes. On trouva en 1750, beaucoup de vers semblables sur la nei-

ge qui couvroit un grand lac glacé, à quelque distance de Stockolm, ils n'étoient certainement pas sortis de la glace ; c'étoit donc le vent qui les avoit apportés, à la suite d'un ouragan qui avoit déraciné une grande quantité de sapins. Ces insectes qui étoient cachés dans la terre à la racine de ces arbres, se trouvant à découvert furent enlevés par le tourbillon, dispersés à une grande hauteur, & retombèrent avec la neige qui suivit de près *(a)*.

Il arrive encore, sur-tout dans les Alpes, dont les sommets aigus sont couverts de neige, qu'il s'en détache des tas assez considérables, qui se grossissant à mesure qu'ils roulent du haut en bas, deviennent d'un volume énorme, capable de remplir les vallées, de couvrir des villages entiers, d'arrêter les rivières dans leurs cours, & d'oc-

(*a*) Voyez les mém. de l'acad. des sciences, an. 1750. hist. pag. 39.

casionner des innondations imprévues & très-nuisibles. On prétend que c'est la commotion que donnent à l'air les cris des voyageurs, la précipitation avec laquelle ils marchent, le bruit des fouets, qui font détacher la neige de ces sommets, & en accélèrent la chûte. Ce qui est vrai jusqu'à un certain point, parce que la véritable cause de la chûte de la neige de ces pentes escarpées, est l'impulsion de sa propre pesanteur, que les cris, le mouvement & le bruit quelconque agissant sur l'air, mettent en action. La neige après avoir séjourné sur la terre pendant quelque tems, après que la première couche qui couvroit le sol ou les corps dont il est chargé est fondue par la force des exhalaisons qui sortent de la terre, reste comme suspendue à quelque distance de sa surface : elle n'est plus soutenue que par l'extrémité des buissons, des herbes, du chaume, & quelques pointes de rochers. Ce que j'avance ici n'a rien

d'étonnant; la moindre force ſuffit pour ſoutenir les corps graves dès qu'ils ſont en repos & en équilibre; & il eſt prouvé par la facilité avec laquelle les animaux les plus foibles pénètrent ſous la neige pour y trouver leur nourriture. Cette couche de neige, ainſi ſuſpendue ſur des pentes eſcarpées, peut être dérangée de ſon point d'appui, par la moindre commotion extraordinaire donnée à l'air, & couler de haut en bas. Comme le mouvement des corps graves redouble d'impétuoſité & de force à proportion qu'ils avancent en deſcendant, il eſt naturel qu'à meſure que le premier tas deſcend, il acquiert plus de force, & que joint à de nouvelles maſſes de neige qu'il entraîne dans ſa chûte, il devienne capable de déraciner les arbres, d'écraſer les maiſons, d'engloutir des villages entiers, & de cauſer les plus grands ravages (*a*).

(*a*) Les habitans des Alpes donnent le

Nous avons vu quelque chose de plus singulier dans les montagnes

nom de lavanges à ces chûtes de montagnes de neige, du sommet des Alpes, au fond des vallées ; ils sont obligés, sur-tout lorsqu'ils voyagent à la fin de l'hiver, de recourir à toutes sortes de moyens pour s'en garantir. Lorsqu'ils marchent sur les sentiers escarpés, au-dessus desquels des tas énormes de neige sont suspendus, ils remplissent de foin les sonnettes des bêtes de somme, ils s'abstiennent de parler. Lorsque les passages sont resserrés & dangereux, avant que de s'y engager ils tirent un coup de pistolet, afin de déterminer la chute des neiges qui pourroient être prêtes à se détacher. On raconte qu'il y a eu des hommes ensévelis sous la neige, qui y sont restés pendant trois jours entiers, & se sont dégagés eux-mêmes de cette espèce de tombeau, il faut supposer qu'ils étoient sous quelque rocher, & qu'ils n'étoient pas immédiatement couverts de neige. Le plus rare exemple que l'on ait de ces heureuses délivrances, est celui de trois femmes, dont la cabane fut couverte par une lavange, près de Berghémoletto dans les montagnes qui séparent du Piémond le comté de Nice & le Dauphiné ; elles vécu-

de Bourgogne, au mois de janvier 1770, près du village de Trouhault, dans le bailliage de Chatillon-ſur-Seine. A la ſuite de la première fonte de neige, un arpent entier de bois ſe détacha avec le ſol où il avoit cru, & coula de la pente d'un côteau dans un pré qui étoit au-deſſous, ſans que les arbres aient été arrachés ou même dérangés de leur poſition; au printems ils ont pouſſé des feuilles & des fleurs en même-tems que les autres arbres. Depuis le commencement de l'hiver il y avoit eu des alternatives preſque continuelles de pluie, de neige & de gelée peu forte: les eaux qui avoient conſervé leur fluidité à quelque diſtance de la ſurface de la terre, détachèrent inſenſiblement les arbres & la terre dont leurs racines étoient enveloppées,

rent ſous la neige du lait d'une chevre, & furent délivrées après trente-ſept jours. *Hiſt. natur. des glacières de Suiſſe. in-4°. Paris.* 1770.

du rocher qui les portoit; quand le point d'appui manqua par le bas, toute la masse entraînée par son propre poids glissa sans se diviser, & le rocher resta absolument nud. La même chose arriva près de Toplitz en Bohème; dans le même-tems, une partie de la montagne du Ziegenberg s'écroula du côté de l'Elbe, les arbres & le sol dont elle étoit couverte furent portés à diverses distances, & la plupart restèrent sur pied avec apparence de donner du fruit dans la saison ordinaire. Dans ces deux circonstances on ne s'est apperçu d'aucun signe de tremblement de terre. Mais tous ces petits mouvemens ne sont qu'un léger échantillon de ce qui est arrivé en Asie, dans la chaîne des montagnes qui forment le Liban, le 22 février de la même année, aux environs d'un gros bourg appellé le Couvent de la Lune, habité par les principaux émirs des Druses; un quartier de montagne de demi-lieue de longueur & d'une largeur proportionnée,

proportionnée, s'est détaché avec un fracas horrible, & est tombé dans une vallée où coule le fleuve d'Amour. Elle a écrasé diverses habitations, & il y a eu plus de soixante-quatre personnes enterrées sous ses ruines. Cette nouvelle digue a arrêté pendant sept jours le cours du fleuve; & le huitième, les eaux étant parvenues au sommet de cette digue, ont repris leur cours, & ont formé un grand lac. (*Journal enciclop. juin* 1770. *tom.* 4. *pag.* 456.)

Voyez dans le cinquième tome, page 401. *le discours sur la pluie.*

§. IX.

Sur la grêle.

Lorſque le ciel eſt orageux, que les nuages diſperſés dans l'air ſe réuniſſent de différens côtés, une épaiſſe obſcurité ſe prépare & s'établit dans l'atmoſphère, où elle diminue par degrés la lumière du jour : on la voit augmenter & s'étendre. C'eſt ſous ce voile d'un ſiniſtre augure, que l'on apperçoit ſouvent des vapeurs & des exhalaiſons mal aſſemblées, qui ſemblent pendre à des hauteurs inégales des nuages noirs, ſous leſquels elles ſe gliſſent. Les ſels & le nitre y dominent, à en juger par leur teinte & par l'odeur âcre qu'elles répandent aux environs. L'air eſt imprégné d'une ſaveur nitreuſe qui agit ſenſiblement ſur l'odorat & ſur la gorge. Une fraîcheur incommode, une humidité nuiſible, l'emportent ſur la température ſéche & chaude qui

dominoient auparavant. Une lumière indécise & pâle annonce le météore désastreux qui doit tomber dans peu. On entend un bruit sourd dans la région des nuées, tandis qu'au-dessous règne un calme effrayant qui redouble l'horreur générale répandue sur toute la face de la nature. Enfin le choc mutuel des vents irrités brise les nuées, un déluge bruiant de grêle en sort, dont la chûte semble accélérée par les coups redoublés du tonnerre, ou plutôt c'est la nuée elle-même qui se rompt, & dont les parties divisées viennent ravager les moissons, briser les arbres, tuer les animaux exposés à leurs coups, détruire toutes les richesses de la terre; répandre dans un moment la désolation, le désordre, les horreurs de la famine, & une suite de maux plus effrayans encore pour l'avenir que pour l'instant où ils se développent.

De tous les phénomènes de la nature, de tous les météores, c'est

le plus terrible & le plus désastreux : la foudre elle-même, toute formidable qu'elle paroisse, cause beaucoup moins de ravages. La suite de cette histoire nous conduit à expliquer la formation de la grêle & ses différences, à parler des saisons où elle est plus fréquente. Nous n'aurons rien à dire de ses avantages ; sous quelque forme qu'elle se présente, jusqu'à présent elle ne paroît pas avoir causé dans l'ordre physique aucune utilité reconnue; elle est plus funeste encore que la guerre dans l'ordre moral. Nous ne tenterons même pas de conjecturer comment on pourroit prévenir sa chûte & la détourner : son existence & ses effets dépendent d'un concours de causes absolument libres : on peut la deviner, la prévoir quelques heures avant qu'elle ne tombe ; mais il paroît d'autant plus difficile de se soustraire à ses coups, que d'ordinaire rien n'est moins régulier que le cours des nuées d'où elle sort. On les voit changer de direc-

tion, ſe diviſer, ſe réunir, ſe fixer quelquefois ſur des contrées auxquelles elles ſemblent s'attacher, ou porter leurs ravages loin des lieux où elles ſe ſont formées.

§. X.

Comment ſe forme la grêle.

Une nouvelle modification, un changement de forme, fait du météore le plus utile & le plus ſalutaire, un des plus funeſtes fléaux de la nature. La grêle eſt formée de la même matière que la pluie. C'eſt la même eau qui s'eſt condenſée, cryſtalliſée, ſoit par le froid qu'elle éprouve en paſſant dans la moyenne région de l'air, ſoit parce qu'y étant pénétrée des exhalaiſons ſalines & nitreuſes qui s'y trouvent raſſemblées, elle eſt portée tout d'un coup au degré le plus ſolide de la congélation. Ainſi la grêle, comme la neige & la pluie, n'eſt que la matière d'une nuée miſe en

dissolution; l'eau de la pluie qui sert à la former n'étant autre chose que les différentes parties d'un nuage rapprochées & fondues.

Quelquefois la grêle est composée de la matière d'un nuage qui ne commence qu'à se fondre. On voit des grains de grêle, crystallisés en partie, en partie d'une substance blanche, opaque & molle, tout-à-fait semblable à la neige: ou le noyau de cette concrétion est de neige, tandis que l'enveloppe dont il est couvert est d'une glace dure & transparente; si on la brise, on trouve le noyau semblable à de la neige comprimée.

« On trouve souvent (dit Mus-
» senbroek; §. 2394.) dans le
» centre de la grêle, une espèce de
» noyau opaque & blanc, qui est
» entouré d'une croûte plus trans-
» parente, il paroît que ce noyau
» s'est formé dans la partie supé-
» rieure de la région glaciale où il
» gèle fortement, & qu'en tombant
» ensuite avec une très-grande vî-

» teſſe, il a rencontré dans ſa chûte
» des gouttes d'eau qui ſe ſont
» attachées à ſa ſurface, & qui s'y
» ſont glacées par le froid de l'aïr,
» ou par celui qu'elles ont éprouvé
» en ſe réuniſſant au noyau glacé.
» Mais comme l'intenſité de la
» gelée diminue beaucoup vers la
» région inférieure de l'atmoſphère,
» cette glace extérieure doit être
» plus molle & plus tranſparente,
» elle eſt de la nature de celle qui
» commence à ſe former ſur l'eau
» des foſſés. Il peut ſe faire auſſi
» que cette croûte ſoit compoſée
» d'une glace qui ait commencé à
» ſe fondre, tandis que le noyau a
» conſervé toute ſa dureté ».....
N'eſt-il pas plus vraiſemblable qu'il y a des nuées qui ſe croiſant à différentes hauteurs, occaſionnent les orages les plus violens, ceux ſurtout qui ſont accompagnés de grêle. Il peut arriver que les nuées les plus hautes fourniſſent ces noyaux ou grains blancs, qui venant à traverſer une nuée plus baſſe & pure-

ment aqueuſe, y portent une cauſe de froid qui détermine l'eau à ſe glacer ſur le champ. Le 7 juillet 1769, il tomba à Paris & dans les environs, entre cinq & ſix heures du ſoir, de la très-groſſe grêle mêlée de pluie, dont le noyau étoit blanc & léger, avec le goût & l'odeur du nitre pur. La grêle devint enſuite plus groſſe & de figure irrégulière, c'étoit de la glace très-dure ſans noyau, quelques grains avoient plus de ſix lignes de diametre.

La grêle eſt donc tout-à-fait tranſparente quand elle a été formée d'une eau de pluie bien fondue. Elle l'eſt moins & opaque, ſoit à ſon centre, ſoit à ſes extrémités, quand la matière du nuage dont elle s'eſt détachée, n'étoit pas dans une entière diſſolution; enfin elle eſt blanche & réfléchit tous les rayons de la lumière, lorſqu'elle n'eſt formée que d'une neige qui commençoit à ſe fondre, mais que le froid de la moyenne région de l'air a condenſée dans les premiers

moments de ſa chûte. Cette dernière eſpèce de grêle eſt plus légère, moins groſſe que les autres, & ſes coups ne ſont pas auſſi dangereux : elle eſt différente du greſil dont nous parlerons plus bas.

Quelques obſervations que j'ai faites avec attention, ſur un lieu élevé, en Bourgogne au quarante-ſeptième degré trente minutes de latitude, m'ont mis à portée de former des conjectures aſſez vraiſemblables ſur la manière dont la grêle ſe forme. Le 22 février 1767, à deux heures quarante minutes après midi, le vent étant eſt-ſud-eſt, & alors aſſez violent, le tonnerre s'annonça par un bruit ſourd & traînant, accompagné d'éclairs d'un rouge obſcur. Quelques minutes après le bruit devint plus diſtinct, les éclairs parurent plus vifs, d'un feu clair & blanc, que l'on obſervoit d'autant plus aiſément, que le ciel étoit alors obſcurci par des nuées épaiſſes, & le fond de toute la perſpective hori-

zontale couvert par d'autres nuages fort noirs. Avant la première éruption de la foudre, dont je parlerai dans le tome suivant de cette histoire, j'avois remarqué pendant assez long tems, des nuages blanchâtres rares & ténus, semblables à de grandes plumes, qui auroient glissé les unes sur les autres, & de longueur inégale : ils s'étendoient sous la nuée supérieure, & à la fin ils se réunirent & occupèrent un espace d'environ soixante degrés. Il me parut que leur matière n'étoit qu'une grande quantité d'exhalaisons salines & nitreuses, rassemblées par l'action du vent sous l'espèce de concavité que formoit la nuée d'en haut, & qui un quart d'heure après retombèrent sous la forme d'une grêle assez grosse, mollasse, & mêlée de pluie. Cette conjecture acquerra de la vraisemblance, si l'on se rappelle qu'il y avoit à peine douze jours que la terre étoit découverte, après avoir été long-tems chargée d'une couche

épaiſſe de neige; que l'air avoit paſſé d'un froid rigoureux à une température très-douce, le vent ayant été conſtamment au ſud, & la chaleur du ſoleil ayant été ſenſible quatre jours auparavant, ſur-tout le 17 & le 18, ce qui avoit donné lieu à une forte évaporation. Mais le vent ayant tourné à l'eſt le 21, fut ſuivi d'une pluie aſſez abondante, qui rafraîchit l'atmoſphère, & donna lieu à la formation ſubite de cette grêle dont je viens de parler, & dont je vis la matière ſe raſſembler ſi peu de tems avant qu'elle tombât.

Le 21 août 1768, le vent ayant été eſt-ſud-eſt les deux jours précédens, le ciel ſerein & la chaleur vive, ſur-tout le 20 après midi, & le 21 toute la matinée, pendant laquelle le vent étant haut, l'air parut dégagé de toute vapeur: le vent s'étant calmé un peu avant midi, l'air devint d'une chaleur étouffante, jusqu'à trois heures qu'il commença à s'obſcurcir. On

voyoit alors s'élever des bois, des prairies & des terres humides, une quantité de vapeurs & d'exhalaiſons qui ſe raſſemblèrent dans l'atmoſphère au-deſſus même des lieux d'où elles ſortoient, & qui une heure après produiſirent une grêle abondante, dont les premiers grains aſſez gros tombèrent ſans pluie, dans les mêmes endroits où l'évaporation s'étoit faite. Le vent qui tourna à l'oueſt diſperſa ces nuages, & porta la grêle plus loin : mais dans le tems de l'évaporation, particuliérement à deux heures après midi, l'air étoit imprégné d'une odeur de ſoufre & de nitre très-vive. Ces obſervations faites en différentes ſaiſons, à-peu-près dans le même endroit, ſemblent indiquer que de tous les météores aqueux, la grêle eſt celui qui ſe forme le plus promptement, & dont on reſſent plutôt les effets. On voit encore que la matière de la grêle eſt la même que celle de la glace ordinaire, que ce que l'on appelle grains de grêle, ſont des

glaçons d'une figure qui approche le plus ſouvent de la ſphérique, formés par des gouttes de pluie qui s'étant gelées dans l'air tombent ſur la terre avec toute leur dureté, ou ſont ramollis par la douceur de la température qui règne dans la bande inférieure de l'atmoſphère.

§. XI.

Variétés dans les formes, la groſſeur & le poids de la grêle.

On remarque dans les grains de grêle une aſſez grande variété pour la groſſeur, la figure, la couleur ou la tranſparence. En général la groſſeur de la grêle répond à celle des gouttes de pluie dont elle eſt formée : ainſi les mêmes variétés que l'on obſerve dans les gouttes de pluie, quant à la groſſeur, ſe feront remarquer dans les grains de grêle. Nous avons vu plus haut (*diſcours* 9. §. 3.) qu'ordinaire-

ment les gouttes de pluie dans le premier moment de la formation, ſont aſſez petites, mais qu'elles groſſiſſent à meſure qu'elles s'éloignent du lieu de leur origine; C'eſt pour cela que la grêle qui tombe ſur le haut des montagnes eſt moins groſſe & y cauſe moins de ravages que celle qui tombe dans les vallées.

La grêle ne devroit donc jamais être plus groſſe que les gouttes de pluie qui ont rarement plus de trois lignes de diamètre; ce n'eſt que dans certaines pluies extraordinaires & fort rares que l'on a vu tomber des gouttes dont le diamètre étoit de près d'un pouce: on voit par-là juſqu'où peut aller la groſſeur des grains de grêle, lorſqu'elle n'excède point celle des gouttes de pluie, qui eſt le cas le plus fréquent. Mais ſi l'on fait réflexion qu'un grain de grêle déja formé par un degré de froid conſidérable, gèle toutes les particules d'eau auxquelles il s'unit dans ſa chûte; on con-

cevra aiſément comment il peut devenir le noyau d'une ou de pluſieurs couches de glace qui augmenteront conſidérablement ſon volume & ſon poids. Pour s'en perſuader il ſuffit de conſidérer un grain de la plus groſſe grêle, on verra qu'il n'eſt jamais d'une denſité uniforme, de ſa ſurface à ſon centre.

C'eſt ainſi qu'il ſe forme quelquefois des morceaux de grêle d'une groſſeur prodigieuſe. On en a vu d'auſſi gros que des œufs de poule & d'oie, d'autres qui peſoient une demie livre, trois quarts, une livre : dans le même orage, les grains de grêle ne ſont pas tous d'une groſſeur ſemblable. L'hiſtoire de l'académie des ſciences parle d'une grêle qui ravagea le Perche en 1703, dont les moindres grains étoient comme des noix, les moyens comme des œufs de poule, & les autres étoient comme le poing & peſoient cinq quarterons.

Le 11 juillet 1753, il s'éleva à Toul, sur les trois heures après midi, un orage accompagné de quelques coups de tonnerre qui sembloient être éloignés : immédiatement après parut une nuée longue & fort noire venant du midi au nord, qui s'allongea sur la ville, & de laquelle tomba une grêle monstrueuse par sa grosseur. Un des grains qui avoit déja perdu de sa masse, fut trouvé de vingt-quatre lignes de longueur sur quatorze d'épaisseur & dix-huit de largeur : celui-ci étoit une espèce de parallélipipède. Un autre mesuré à l'instant de sa chûte avoit près de trois pouces en tout sens. On en pesa un autre fort gros qui se trouva de six onces. Ces grêlons énormes étoient des polyèdres irréguliers, armés d'espèces de nervures formées par l'assemblage d'autres grêlons plus petits, qui s'y étoient collés. L'intérieur du gros grêlon étoit blanchâtre, & cependant aussi dur que la glace ordinaire. Ces gros grains

étoient en petite quantité, & la nuée paſſa aſſez vîte, ce qui rendit le dommage beaucoup moindre qu'il n'auroit été ſans ces deux circonſtances. Il y eut cependant pluſieurs perſonnes & beaucoup d'animaux domeſtiques tués ou bleſſés, pour n'avoir pu ſe mettre aſſez promptement à l'abri. La nuée avoit à peine une demie lieue de largeur, & la grêle qui en ſortoit fut bientôt mêlée de pluie, & n'eut plus que la groſſeur ordinaire. Ces grêlons fondus, & l'eau qu'ils donnèrent étant évaporée, il n'en reſta ſur une pinte qu'environ deux grains & demi d'une terre inſipide qui fermentoit avec les acides, comme une terre abſorbante (*a*).

Le 12 ſeptembre 1768, après pluſieurs jours d'orages & de pluies continuelles, il tomba aux environs de Saint-Gilles, dans le bas

(*a*) Mém. de l'acad. des ſciences. an. 1753. Hiſt. pag. 74.

Poitou, à trois heures du matin, une quantité prodigieuse de grêle, dont les grains, semblables à des morceaux de glace quarrés, étoient pour la plupart de deux pouces de longueur & d'un pouce d'épaisseur. Le même jour à quatre heures trois quarts du matin, un orage des plus violens, précédé d'éclairs continuels & d'un bruit affreux, accompagné d'un sifflement qui jetta l'épouvante & la consternation dans toute la ville de Laval, dans le Maine, fut suivi immédiatement d'une pluie de grêle, ou pour mieux dire de glaçons de différentes formes, pesant chacun depuis une demie livre jusqu'à deux; toutes les fenêtres exposées à l'ouest, d'où venoit cet orage, ainsi que la plupart des couvertures des maisons furent brisées. Cet orage, qui ne dura que six minutes, & qui fut suivi d'un déluge d'eau, causa le plus grand ravage dans les campagnes.

Ces deux orages remarquables arrivés dans la même nuit, à une

diſtance aſſez conſidérable pour que l'on ne puiſſe pas ſuppoſer qu'ils ſortoient de la même nuée, prouvent qu'il exiſte certaines diſpoſitions dans l'air qui favoriſent la formation de la grêle, déterminent ſa chûte & la groſſeur des grêlons; c'eſt ordinairement à la ſuite des grandes pluies, lorſque l'évaporation eſt abondante, & que l'atmoſphère eſt rafraîchie par une trop grande humidité. Nous l'avons éprouvé en Bourgogne pendant tout l'été de 1768, où la grêle a été ſi fréquente, que preſque aucun canton n'en a été exempt, à compter depuis le commencement de juin juſqu'à la fin de ſeptembre. Il y a même des régions où il ne grêle jamais que pendant la ſaiſon humide, ainſi qu'on l'a obſervé au Cap de Bonne Eſpérance & dans tout le pays d'alentour. M. l'abbé de la Caille y vit grêler le 11 & le 12 octobre 1751 & 1752, ce fut une rareté pour ce pays, & cette grêle n'étoit pas groſſe; quand il y

en tombe elle cause peu de dégats, parce que les productions de la terre ne sont pas avancées.

Il ne faut pas cependant se persuader qu'il en soit de la grêle comme de la pluie, & qu'elle soit plus ou moins grosse relativement à la hauteur des nuées d'où elle sort; losqu'elle tombe en quartiers plutôt qu'en grains, qu'elle est si pesante, si épaisse, d'une figure si irrégulière, que chaque grain semble être un fragment, un morceau brisé d'un nuage glacé dans toute son étendue, que la violence des vents opposés entr'eux, l'action de la chaleur, & son propre poids séparent en différentes parties, qui n'ont aucune forme déterminée, & sont d'un poids considérable; comment imaginer que dans la chûte précipitée d'une substance déja si lourde par elle-même, & qui doit être accélérée en raison de sa pesanteur, plusieurs grains puissent s'unir ensemble de manière à ne former qu'un seul & même solide? On ne

peut expliquer ce phénomène qu'en ſuppoſant que les grêlons commençant à ſe fondre par leurs extrémités, ſe joignent enſemble dans une région peu élevée de l'atmoſphère, où le froid devient plus conſidérable; ſur-tout lorſque l'on y trouve des corps étrangers, tels que de la paille, des poils, des fourmis, des mouches, des araignées, des graines de plantes, & autres corps légers de cette eſpèce, qui ont été enlevés par les vents de tourbillon qui précédent les orages, & qui n'ont pû être portés à une très-grande hauteur dans l'atmoſphère. Ce mélange indique certainement que la grêle s'eſt alors formée dans la région inférieure de l'air, dans une température très-froide, occaſionnée par l'abondance des exhalaiſons ſalines & nitreuſes, qui tout de ſuite ont porté l'eau de la pluie, ſouillée de toutes ces matières au point de la congélation la plus forte. L'odeur & le froid qui ſe répandent dans les pays ravagés

par la grêle, dont on s'apperçoit même quelquefois avant qu'elle ne tombe, indiquent la présence de ces sels, que les vents contraires fixent en un endroit déterminé de l'air sous des nuées qui les arrêtent & les repoussent, & où ils produisent de la glace que différentes circonstances rendent plus ou moins grosse.

Ces phénomènes désastreux, avoient donné lieu aux anciens philosophes d'imaginer que les nuées entières étoient de grosses masses de glace qui se brisant en fragmens de diverses grandeurs, tomboient ensuite en se pressant les uns contre les autres. Souvent, dit Lucrèce (*a*),

(*a*) Sæpe geli multus fragor, atque ruina
Grandinis, in magnis dat sonitum nubibus alte;
Ventus enim cum confercit, franguntur in arctum
Concreti montes nimborum & grandine misti.

Lucret. de rerum natura. lib. VI. carm. 155.

la glace en se brisant, & la grêle par sa chûte, font retentir au loin les nuages qui, condensés par le souffle des vents, & entassés comme des montagnes se brisent à la fin, & tombent sur la terre mêlés avec la grêle qui s'y précipite.

Mais c'étoit une erreur que les ravages de la grêle avoient fait naître. A quelque hauteur que l'on ait observé les nuages, on les a toujours vus composés de substances molles & souples, cédant au gré des vents, tantôt plus humides, tantôt moins, mais toujours perméables, quoiqu'à différens degrés de condensation. On ne peut pas même concevoir comment un nuage converti en glace dans toute son étendue, & qui formeroit alors une masse très-pesante, pourroit rester suspendu & se mouvoir dans quelque région de l'atmosphère. Ce qui avoit encore donné lieu à cette idée, c'est qu'on entend quelquefois avant que la grêle soit tom-

bée, un bruit, un craquement que l'on croyoit occasionné par le nuage qui se brisoit en morceaux : mais il est plus vraisemblable que bruit si effrayant par les ravages qu'il annonce, n'est produit que par la rencontre des grains de grêle les uns contre les autres : en se heurtant, ils rendent un son qui se répand dans l'atmosphère & se porte jusqu'à la terre, dont les différens échos le redoublent & le prolongent. Les vents opposés qui règnent d'ordinaire dans le moment de ces orages, soutiennent plus longtems les grains de grêle en l'air, les approchent en divers sens, les réunissent, & en forment des masses si nuisibles aux corps qu'elles frappent en tombant.

Dans tous les tems, dans toutes les régions, on a vu en Europe, ce météore terrible causer des ravages dont la mémoire s'est conservée. Dechales rapporte qu'il tomba à Rome, en 1640, une grêle dont les grains étoient de la grosseur des

œufs

œufs de poule. Wallace, dans sa description des isles Orcades, dit qu'au mois de juin 1680, il tomba pendant un tems d'orage, & lorsque le tonnerre grondoit fortement, des morceaux de glace de l'épaisseur d'un pied. On observa à Northampton en 1693, des lames de glace épaisses d'un pouce & longues de deux, & des grains sphériques d'un pouce de diamètre, sur lesquels on remarquoit cinq rayons saillans qui formoient une étoile. En 1738, il tomba auprès de Northausen en Thuringe, & dans vingt-quatre bourgs circonvoisins, des grains de grêle aussi gros que des œufs d'oye. En 1740, on en vit en France qui avoient deux pouces de longueur & un demi pouce d'épaisseur. Le 2 juillet 1769, on essuya à *Sézanne en Brie*, un orage formé de quantité de petits nuages, entre lesquels on distinguoit des intervalles assez considérables. Les coups de tonnerre n'étoient pas éclatans, mais les éclairs qui se

croisoient de toutes parts étoient si vifs, que l'atmosphère paroissoit enflammée d'un pole à l'autre. L'état du ciel fut ainsi depuis sept heures & demie du soir jusqu'à neuf heures, qu'il tomba une grêle terrible pendant sept à huit minutes, dont les grains étoient de la grosseur des noix, & quelques-uns même plus gros; les seigles & les fromens furent hachés, & les vignes déracinées en partie. Le même jour à huit heures du soir environ, il avoit grêlé très-fort à Chaillot & à Passy; les vitres de toutes les maisons tournées au nord-ouest furent brisées, & il étoit aisé de s'appercevoir que les grains de grêle avoient été très-gros, mais comme ils étoient peu épais & mêlés de pluie, ils causèrent peu de dommage aux fruits de la terre. Ces premiers nuages, en avançant dans la plaine, se joignirent à d'autres; les grains de grêle chassés par un vent impétueux s'accumulèrent en l'air, & formèrent des grêlons assez forts, pour

bleſſer des hommes & des animaux expoſés à leurs coups, & briſer des corps aſſez ſolides. C'eſt ainſi que ſe forment toutes les groſſes grêles : quant à ces grêlons prodigieux que l'on dit peſer pluſieurs livres, & être d'une groſſeur énorme, ils ſont très-rares, & il eſt à croire qu'on ne les voit qu'à la ſurface de la terre, où ils s'attachent à d'autres grêlons, avec leſquels ils ne forment plus qu'un corps ; l'air inférieur pouvant être refroidi tout d'un coup, & pour quelques momens au point de la congélation. On n'a pas vu les grêlons tomber, il auroit été imprudent & inutile de s'expoſer à leur chûte, pour faire des obſervations ; mais on les a remarqué ſur la terre après l'orage ceſſé, & on s'eſt perſuadé qu'ils étoient tombés tels qu'on les trouvoit ; ce qui n'eſt pas vraiſemblable.

Ordinairement les grains de grêle ſont ronds ; cette forme eſt une ſuite de celle qu'affectent naturellement

les gouttes de pluie, comme toutes les autres gouttes d'eau; tant par la force de l'impulſion générale qui rapproche toutes les parties dont elles ſont compoſées, que parce que les particules d'une matière homogène une fois rapprochées les unes des autres reſtent unies, à moins qu'une cauſe plus puiſſante que celle qui les a jointes ne vienne de nouveau les ſéparer. Mais comme très-ſouvent la figure des grains de grêle eſt irrégulière, qu'elle eſt ovale ou anguleuſe, quelquefois cubique ou parallélipipède, il s'enſuit que divers accidents peuvent empêcher qu'ils ne conſervent la figure ſphérique. Le vent en eſt un des principaux: la manière dont il agit ſur la nuée, lorſqu'elle eſt en diſſolution, ou lorſque ſes parties ſéparées les unes des autres commencent à tomber, peut déterminer quelques-unes des molécules aqueuſes dont eſt compoſée la goutte de pluie, à s'éloigner du centre commun, & à pren-

dre une figure irrégulière : ou comme la congélation ne se fait pas dans toutes les gouttes en même-tems, une goutte déja congelée en rencontrant une autre qui ne commence qu'à acquérir quelque solidité, la froisse & la fait changer de forme. Ainsi les unes sont applaties, les autres concaves ou anguleuses dans certaines portions de leur surface : en achevant de se glacer, elles conservent ces mêmes figures, & de-là vient qu'il est si rare de voir des grains de grêle parfaitement sphériques, sur-tout si leur chûte est accompagnée d'un vent impétueux. Les grêles extraordinaires formées par la réunion de différentes couches de glace irrégulièrement posées, sont coniques, piramidales, quelquefois hémisphériques, souvent fort anguleuses : on remarquera que dans chaque orage les grains de grêle ont entr'eux une figure assez semblable, & qu'ils ne diffèrent que par leur grosseur.

Souvent encore le poids même

de la grêle la fait changer de figure, en tombant sur la terre, où elle ne tarde pas à se fondre; soit parce que l'air y est plus tempéré que dans la région de l'atmosphère où elle s'est formée, soit parce que la compression qu'elle éprouve met ses parties intégrantes dans un mouvement qui les détermine à se rétablir dans leur premier état de liquidité. Cependant lorsqu'il tombe une grande quantité de grêle, & que les grains en sont très-gros, elle ne se fond que lentement. Mussenbroek (§. 2400) nous assure qu'il en tomba dans la ville de Delft, à la fin du mois de juillet, dans une telle abondance qu'elle y subsista pendant huit jours : ce long séjour sur la terre ne la rend que plus nuisible aux végétaux qu'elle décompose en les pénétrant de sucs destructeurs, qui bientôt les font périr.

La grêle tombe plus souvent avec de la pluie que sèche, ou si elle commence à tomber seule, bientôt on la voit mêlée avec de la pluie;

ce que l'on doit attribuer à l'action des particules ſalines & nitreuſes qui, raſſemblées par les vents ſous la ſurface inférieure de la nuée, ſont d'abord aſſez épaiſſes pour congeler toutes les gouttes qui s'en détachent; à meſure qu'elles tombent, la quantité des ſels & des nitres diminue : il ſe forme des intervalles par où les gouttes paſſent telles qu'elles ſortent de la nuée, tandis que d'autres ſont glacées: ou celles dont la congélation n'eſt pas encore achevée, arrivant dans l'air plus chaud de la région inférieure, ſe fondent, & les autres qui ſont plus ſolides conſervent toute leur dureté. A la fin la matière nitreuſe étant entiérement épuiſée, ſi la nuée eſt encore épaiſſe, & qu'elle continue à ſe diſſoudre, la pluie ſuit ordinairement la grêle, dans les endroits au-deſſus deſquels la nuée arrêtée par quelque cauſe que ce ſoit, ſe diviſe & ſe fond ſans changer de place.

§. XII.

Diſpoſitions de l'air lorſqu'il grêle. Pays expoſés à la grêle. Grêles périodiques. Greſil.

Dans l'état ordinaire des choſes, un nuage ne pouvant être diſſous que par la chaleur, la grêle ne doit tomber que dans les ſaiſons, où elle eſt aſſez forte pour agir puiſſamment ſur le nuage, ou au moins par une température accidentelle qui ait le même effet. Ainſi quoiqu'il tombe indifféremment de la grêle dans toutes les ſaiſons de l'année, le jour comme la nuit, cependant elle eſt plus fréquente à la fin du printems, pendant l'été & au commencement de l'automne que pendant l'hiver ou dans les ſaiſons qui en approchent, & jamais elle n'eſt plus commune que dans les températures humides, comme nous l'avons obſervé.

La grêle, quoique très - froide

d'elle-même, paroît une ſuite de la chaleur qui l'a précédée : les exhalaiſons qui contribuent à la former, ne s'élèvent dans l'air qu'après qu'une longue évaporation a épuiſé toutes les particules aqueuſes diſperſées dans le ſein de la terre & à ſa ſurface. Il ſemble qu'alors les eſprits ſalins & nitreux aient plus de liberté, pour ſe détacher des ſubſtances étrangères avec leſquelles ils étoient mêlés : ils ſont exaltés par la force de la chaleur & ſe répandent dans l'air par bandes inégales, où le vent les accumule enſuite contre quelque point déterminé, ſous des nuages qui les emportent dans leur direction. On en peut juger par l'état de l'air qui précède ou accompagne la chûte de la grêle, d'ordinaire le ciel eſt ſombre & couvert, le tems orageux ; ſi la grêle eſt groſſe, l'orage qui la donne eſt excité par un vent impétueux, & qui continue de ſouffler avec violence pendant qu'elle tombe. Ce mouvement eſt produit par

les modifications opposées de l'air qui se combattent entr'elles, par l'opposition du froid & du chaud, des esprits sulphureux répandus dans l'atmosphère avec les esprits salins & nitreux, les uns essentiellement chauds, les autres froids.

Ces ouragans terribles presque continuels dans les mers voisines des deux poles, sont occasionnés, comme nous l'avons dit ailleurs, par le combat du chaud & du froid : c'est la même cause qui produit les orages qui nous donnent de la grêle. La nature dans nos climats tempérés nous retrace, dans un espace borné, le spectacle effrayant de ces mouvemens prodigieux, qui agitent une si grande étendue de l'atmosphère dans les mers connues au-delà de la terre de Feu, & dans les parages voisins du Groenland & de la Nouvelle Zemble, dans presque toutes les saisons de l'année.

Dans ces circonstances nous éprouvons que le vent n'a aucune direc-

tion bien déterminée, il souffle indifféremment de tous les points de l'horison : si c'est le vent du midi qui chasse à notre zénith la nuée d'où la grêle doit sortir, elle ne tombe que lorsqu'un vent opposé du nord commence à se faire sentir : les esprits nitreux & salins arrêtent alors le cours des vapeurs qu'ils condensent : l'air devient plus pesant, & ne pouvant pas prendre son cours, sur l'espace où les principes de condensation dominent, il s'écoule sur l'espace plus libre que le vent du midi avoit raréfié par sa chaleur, & c'est alors que la grêle ne trouvant plus de résistance dans l'air inférieur tombe entraînée par son propre poids. Dans ce conflit de vents, pendant lequel la grêle se forme, on entend d'ordinaire dans l'air un bruit toujours effrayant, parce qu'il annonce le désastre qui va le suivre ; & ce bruit est occasionné autant par le mouvement indécis de l'air, dont les différentes colonnes se heurtent les unes

contre les autres, que par le choc des matières condensées qui frappent ou qui roulent les unes sur les autres, jusqu'à ce qu'elles aient vaincu la résistance qu'elles trouvent dans la violence des vents, & qu'elles puissent tomber en liberté.

Les orages de grêle sont presque toujours précédés par des instans d'une chaleur étouffante : cette chaleur est concentrée dans la région la plus basse de l'atmosphère : les esprits sulphureux y sont rassemblés, ils ne peuvent pas s'élever plus haut, ils sont repoussés par une bande épaisse d'esprits salins & nitreux, qui glacent toutes les vapeurs exposées à leur action. Mais cette disposition de l'air change bientôt ; un froid, souvent assez vif, succède à cette chaleur. Au moment que la grêle est prête à tomber, les émanations de ce météore nuisible, semblent déja se répandre en tous sens, & bientôt leurs effets augmentent, lorsque la surface de la terre en est couverte.

Il arrive encore qu'avant que la grêle tombe, & dans le moment de sa chûte, on entend des bruits redoublés de tonnerre; de fréquens éclairs, font paroître le ciel tout en feu : la fermentation est violente dans la région supérieure de l'atmosphère & la chaleur y est encore plus vive que dans la région inférieure. Ce sont ces dispositions contraires de part & d'autre, qui accélèrent la formation de la grêle, & qui, des vapeurs & des exhalaisons rassemblées dans la moyenne région, composent tout d'un coup ces croûtes épaisses de glace, que le choc des vents & des nuages brise avant que la chaleur ne les ait meurtries, & produisent ces grêlons énormes qui causent tant de ravages, jusqu'à ce que l'une des deux températures ne l'emporte sur l'autre, qu'un vent sec & froid ne chasse au loin les nuées & ne rende à l'air sa sérénité, ou qu'une chaleur continuée ne les dissolve en pluie, dont la durée est relative à

la quantité de la matière qui la fournit.

On conçoit encore pourquoi les effets de la grêle paroissent produits par une cause si inégale & si bisarre : elle tombe par bandes de différentes largeurs, elle saute d'un lieu à un autre laissant entre des campagnes ravagées, de très-grands espaces qu'elle a semblé respecter : c'est que les esprits nitreux suivent les inégalités des nuages sous lesquels ils sont rassemblés; deslors les vents auxquels ces nuages font obstacle ne les peuvent pas disperser également, & il s'en rassemble beaucoup plus dans un endroit que dans un autre.

Quoique la grêle soit plus fréquente à la fin du printems, en été & au commencement de l'automne qu'en toute autre saison, cependant il peut arriver dans notre zone tempérée, qu'une disposition accidentelle de l'air devienne propre à contribuer à la formation de la grêle pendant l'hiver. On ne doit

pas même la regarder comme un phénomène extraordinaire à cette ſaiſon ; on en a vu tomber dans la Bourgogne ſeptentrionale dès les mois de janvier & de février ; ſouvent il grêle à Rome & à Naples dans ce même-tems : la grêle qui tomba à Montpellier le 30 janvier 1741, vers les neuf heures du ſoir, s'amaſſa en moins d'une demie heure, ſur les toits & dans les rues, à la hauteur de pluſieurs pouces ; celle qui étoit ſur les toits fut plus de vingt-quatre heures à ſe fondre. On ne ſe ſouvenoit pas d'en avoir jamais tant vu dans aucune ſaiſon de l'année. Pendant qu'elle tomboit, le tonnerre grondoit ſans interruption comme dans les plus grands orages de l'été : ſans doute que la diſpoſition de l'air étoit alors la même, dans la région de l'atmoſphère, où ces météores différens ſe formoient.

La matière qui entre dans la compoſition de la grêle, peut ſe raſſembler par-tout, ainſi on en

voit tomber indifféremment dans tous les climats. Sous la zone torride d'un tropique à l'autre, il ne grêle que dans la ſaiſon pluvieuſe, & rarement elle y cauſe des ravages ſenſibles. Comme la chaleur y eſt très-vive, quoique l'action immédiate du ſoleil ſoit interceptée par des nuages épais, les eſprits propres à congeler les vapeurs n'ont pas autant de force que dans des climats plus tempérés; la grêle y eſt moins dure, elle ſe fond en tombant, & preſque toujours elle eſt mêlée d'une quantité de pluie qui fait obſtacle à ſes effets nuiſibles.

On en voit tomber ſur la mer, à toutes les latitudes & à la plus grande diſtance des continens : les courans d'eſprits ſalins & nitreux, y ſont portés de même par les vents contre les nuages ſous leſquels ils s'arrêtent & glacent les vapeurs qui s'y ſont accumulées : les vents ont alors la même inconſtance que ſur la terre, & ils produiſent des tornados ou grains fort incommodes aux navigateurs.

On a obſervé que la grêle produiſoit un effet ſingulier ſur la mer d'Allemagne, où quelquefois elle tombe en aſſez grande quantité. A la ſuite des orages qui l'ont produite, la mer paroît dans un mouvement d'effervefcence ſi violent, que la plupart des pêcheurs n'oſent pas s'éloigner du rivage tant qu'elle eſt dans cet état : cet effet vient-il du vent du nord qui a pouſſé cette grêle devant lui, & qui ſouffle dans une direction oppoſée au rivage? ou dépend-t-il de la grêle qui excite une eſpèce de fermentation dans les eaux avec leſquelles elle ſe mêle en fondant? Muſſenbroek (§. 2399) demande encore ſi ce bouillonnement ne ſeroit pas occaſionné par la forte électricité qui entoure cette grêle, & qu'elle emporte avec elle dans la mer? Nous reviendrons dans la ſuite ſur cette queſtion; mais nous pouvons dire d'avance qu'il nous paroît plus vraiſemblable que le vent, tel qu'on le ſuppoſe, en faiſant refouler les

eaux contre le rivage, de même que les matières nitreuses, salines & sulphureuses, que la grêle en tombant entraîne & précipite dans les eaux de la mer, y peuvent exciter ce mouvement d'effervescence si marqué.

Les observations les plus constantes nous apprennent que tous les pays ne sont pas également exposés à la grêle : les nuées d'où elle sort se forment & s'arrêtent par préférence sur certaines contrées, sur lesquelles elles se rabattent en quittant les hautes montagnes où elles s'étoient rassemblées ; ainsi toute la plaine de Lombardie, les campagnes ouvertes de la Suisse, celles qui s'étendent au pied des montagnes d'Auvergne, sont plus sujettes à la grêle qu'aucune autre : il est très-rare de traverser ces pays différens, pendant l'été, sans y appercevoir dans quelques cantons les tristes vestiges des ravages de la grêle, sur-tout dans ceux qui sont exposés au nord, entre deux chaînes

de montagnes, & lorſque le vent du nord ſouffle au-deſſus de ces régions. Cette obſervation a été faite il y a long-tems, Pline regardoit ce vent comme la cauſe de la grêle (*a*). Une tradition très-ancienne nous apprend que la grêle a toujours été un des fléaux qui ont le plus déſolé l'Allemagne. Les peuples de Weſtphalie, de Saxe & de Baviere, avoient des cérémonies particulières pour engager le dieu Thor (*b*) à détourner la grêle & les

(*a*) *Grandines Septentrio importat & Caurus.* (Hiſtor. nat. l. 2. cap. 47.)

(*b*) Le culte de *Thor* a paſſé plus au nord; les Lapons le révèrent encore ſous le nom de *Theordom* ou *Thierme*; ces peuples lui attribuent une autorité ſouveraine ſur les démons mal-faiſans qui habitent les montagnes, les lacs ou l'air, ils le repréſentent comme une divinité terrible qu'ils ſont toujours occupés à appaiſer. Les Danois l'appellèrent *Thorn* ou *Tonnant*; les anciens Normands l'adorèrent ſous le nom de *Thur* ou *Thour :* delà les noms de *Tourville*, *Tournay*, *Tournebe*, &c. ſelon ces

orages. Cette ſuperſtition eſt éteinte, mais la grêle continue d'y être redoutable ; & de nos jours, nous avons vu une académie propoſer à tous les ſçavans de l'Europe pour objets de leurs recherches, les moyens de prévenir la chûte de la grêle, ou au moins d'en empêcher les ravages.

Dans les régions même où la grêle eſt ſi fréquente, elle ne tombe que rarement dans les vallons qui ont les montagnes à l'orient, & ſont ouverts au midi, ainſi que l'a obſervé Scheuchzer, par rapport aux vallées de Schwits, de Glaris, de Wallis, de Weſen & de Glaſteren en Suiſſe ; ce qui doit plutôt être attribué à la direction des

vers d'un ancien poëte, Maître Vacce ou Gace, chanoine de Bayeux.

Le pere Turluphus fut Tors,
Dont en ce pays pluſieurs villes
Si ont pris les noms de Tourville.

vents, & à leur peu d'effet ſur ces vallées qui en ſont à couvert, qu'à la quantité de rayons qu'elles réfléchiſſent & qui feroient fondre la grêle lorſqu'elle tombe.

Mais rarement ces nuées dangereuſes parviennent juſqu'au ſommet des montagnes élevées, qui les arrêtent dans leurs courſes & les rejettent ſur les vallons voiſins: alors on croit que les vents qui deviennent plus violens & plus froids, ne ſont qu'une ſuite de la réflexion qui ſe fait contre les montagnes, mais ils ſont bien plutôt produits par la modification nouvelle que donne à l'air la partie inférieure de la nuée où ſe forme la grêle.

Cependant on voit la grêle tomber quelquefois ſur les plus hautes montagnes, tandis que les terres baſſes qui les bordent en ſont exemptes. Quelquefois les orages ſe forment au-deſſus de la plaine du Mont-Cénis, y jettent de la grêle fort groſſe, & s'épuiſent ſans aller plus loin. Dans ce cas les nuages

s'assemblent autour de quelques-uns de ces pics toujours couverts de neige & de glace, qui s'elèvent au-dessus des hauteurs qui la bordent au midi.

Ce n'est point le froid qui règne constamment à une certaine hauteur de l'atmosphère, comme quelques auteurs le prétendent, qui occasionne ces phénomènes : il est bien plus naturel d'attribuer leur formation à l'esprit de nitre répandu dans l'air par bandes inégales, relatives à l'élévation des nuages, puisque l'on voit les vapeurs se convertir en grêle au-dessus des vallons, à une hauteur moindre que celle des montagnes qui les dominent; pendant qu'on jouit à leur sommet d'une douce température, d'un ciel pur & serein, & d'un air fort calme. J'ai vu la grêle tomber sur le Vésuve entre sa pointe & les côteaux qui sont au pied, par un vent assez impétueux, tandis que la fumée s'élevoit droite de la bouche du volcan sans éprouver aucune

agitation de l'air inférieur qui étoit en mouvement.

Ce n'eſt donc pas une vérité phyſique que la grêle ſe forme dans la plus haute région de l'atmoſphère, ni dans un pays plutôt que dans un autre: ſa chûte répond à la poſition des lieux, relative aux endroits où elle ſe forme, & à la nature des exhalaiſons. Les montagnes toujours couvertes de neige, fourniſſent plus d'eſprits nitreux que les autres contreés : il en peut ſortir du ſein de la terre : les végétaux en peuvent produire par leur évaporation, & occaſionner des grêles locales, ſur-tout quand la diſpoſition générale de l'air y contribue, lorſque les étés ſont humides, que le ciel eſt conſtamment nébuleux, que les vents ſont incertains. Mais dans les ſaiſons bien reglées, les grêles ſont moins fréquentes; dans les étés ſecs & chauds les vapeurs plus raréfiées ne s'accumulent pas ſi aiſément, elles ſe diſſipent dans l'air dont elles

ſuivent le mouvement réglé.

On a encore remarqué que le retour des grêles étoit périodique. Des obſervations que l'on donne pour exactes, annoncent que quelques contrées ſont expoſées à la grêle à la ſuite d'un certain nombre d'années & toujours à la même date. Si ces faits ſont auſſi vrais qu'on l'aſſure, on peut ſuppoſer que dans l'état ordinaire des choſes, les eſprits nitreux dont la matière s'eſt accumulée dans les terres pendant cette ſuite d'années, s'en évaporent alors, & ſe répandent dans les airs, où ils contribuent à la formation de la grêle : quoiqu'ils puiſſent être apportés de fort loin, par toutes ſortes de vents, au moins relativement à nos provinces, entourées de toutes parts de chaînes de montagnes, ou de régions preſque toujours couvertes de neiges. On retrouve par-tout ces obſervations au ſujet des orages habituels, qui ſont plus violents après un certain nombre d'années : le Japonois, ſuperſtitieux

perſtitieux & ignorant, croit qu'à chaque ſeptième année, il doit redouter la violence extraordinaire de ces ouragans qui ſe font ſentir ſi communément dans ſes mers.

On peut juger de la hauteur à laquelle ſe forme la grêle, par le bruit du tonnerre qui l'accompagne ordinairement, quand la nuée qui renferme le tonnerre eſt perpendiculaire, & qu'il éclatte avec force : l'intervalle d'une ou de deux ſecondes qu'on obſerve entre l'éclair & le bruit, fait juger que la matière de la foudre n'eſt qu'entre cent quatre-vingt ou trois cent ſoixante toiſes au plus de diſtance, puiſqu'entre l'éclair & le bruit l'intervalle n'eſt pas plus grand. Comment croire qu'à cet éloignement de la terre, il règne naturellement pendant l'été un froid aſſez actif pour y glacer les vapeurs aqueuſes ? n'eſt-il pas plus ſimple d'admettre à cette hauteur une certaine quantité d'eſprits nitreux raſſemblés, qui y cauſent un froid local aſſez vif pour

produire le météore dont nous parlons.

La grêle ne se forme donc pas à la plus grande hauteur de la moyenne région ; il paroît même impossible de déterminer de quelle élévation de l'atmosphère elle tombe ordinairement. Sa matière étant une pluie qui s'est durcie & condensée, ou par le froid, ou par le mêlange subit des particules nitreuses & salines répandues dans l'air qu'elles refroidissent à un très-haut dégré ; cette congélation peut se faire dans toutes les bandes dans lesquelles on conçoit que l'atmosphère est divisée, depuis la région supérieure à laquelle on fixe le terme de la glace, jusqu'à la bande d'air la plus basse qui environne immédiatement le globe : pourvu que dans l'espace que les gouttes d'eau ont à parcourir, elles trouvent une étendue d'air assez froide pour les glacer, ou des matières capables de produire le même effet. Ainsi les nuages qui se convertis-

ſent en grêle ou en neige pendant l'hiver, doivent être ſuppoſés aſſez peu élevés au-deſſus de la région la plus baſſe de l'atmoſphère. Au printems on concevra qu'elle s'eſt formée dans une région plus haute, que celle qui tombe en hiver, & qu'elle conſerve ſa forme & ſa dureté, parce que l'air n'eſt pas encore aſſez échauffé pour les lui faire perdre; la grêle qui tombe dans ces ſaiſons eſt toujours ronde. En été il ne grêle guère que pendant les orages: nous avons expliqué la manière dont ſe forme la grêle dans ces circonſtances; ou ſi elle vient de la région glaciale, elle ſe diſſout, & n'arrive plus à la ſurface de la terre que comme une pluie ordinaire, plus ou moins froide, relativement aux diſpoſitions actuelles de l'atmoſphère qu'elle a traverſée.

Le greſil, ou petite grêle qui tombe au commencement du printems & dans le milieu de l'autonne, n'eſt, à proprement parler, que les parties dont eſt compoſé un nuage

aſſez bas & peu épais, ſéparées par l'action du vent qui accompagne toujours ce météore léger, lorſqu'il paroît. Sa blancheur eſt égale à celle de la neige, & les grains de différentes groſſeurs, ſont tous compoſés de filamens fort minces, rapprochés les uns des autres, roulés enſemble, dans leſquels on peut reconnoître la véritable matière des nuages; ces exhalaiſons & ces vapeurs condenſées enſemble ſous la forme de filamens légers & très-minces, telles que les ont vues de fort près d'excellens obſervateurs ſur les plus hautes montagnes du Pérou. La légèreté de ces petites pelottes, leur élaſticité fait concevoir comment leurs parties ſéparées les unes des autres par la matière aérienne, ou le fluide ſubtil, ſe ſoutiennent dans l'air en ſi grande quantité, & peuvent flotter long-tems au gré des vents ſans changer de modification, & même ſe diſſiper & retourner en leurs parties élémentaires.

Ces petites pelottes ſe forment

dans un air ſec & froid ; la chaleur ne paroît entrer pour rien dans leur compoſition : la matière du nuage n'eſt point déformée, elle n'eſt que raſſemblée par l'action du vent qui paroît agir ſur les deux ſurfaces du nuage d'où elles ſortent, en rapprocher les parties, & les diviſer enſuite par ſon action ſans les fondre, ce qui fait préſumer que ces nuages ne ſont pas à une grande élévation. Cette eſpèce de grêle eſt plus incommode à raiſon des vents froids & piquans qui accompagnent ſa chûte, que par ſes effets ; quoiqu'elle puiſſe être nuiſible aux plantes encore tendres, & ſur-tout à la vigne lorſqu'elle commence à pouſſer ſes feuilles qu'elle rompt quelquefois, ou ſur leſquelles elle dépoſe une humidité nuiſible, des nitres & des ſels qui, dépouillés des vapeurs aqueuſes dans leſquelles ils ſont enveloppés, acquièrent par la chaleur du ſoleil aſſez d'activité pour pénétrer les feuilles, les

desſécher en les décompoſant & les faire périr.

La neige d'hiver commence quelquefois à tomber ſous la même forme que le greſil. Ce ſont de très-petites pelottes, légères & élaſtiques, que la première impétuoſité des vents détache de la ſurface inférieure de la nuée, dont la matière n'a pas encore été fondue ni décompoſée; mais bientôt après la neige paroît en gros flocons, c'eſt ce que l'on obſerve ſur-tout dans les pays méridionaux.

On voit tomber quelquefois en hiver & au commencement du printems une petite grêle très-menue, mais fort dure & que l'on confond avec le greſil, ſur ce que cette petite grêle eſt enveloppée de filamens ou d'une pouſſière blanche, qui n'eſt autre choſe que des parties du nuage détachées par les vents, & flottantes dans l'air, que cette petite grêle entraîne dans ſa chûte. Souvent cette eſpèce de grêle tombe

par un teins calme & humide, lorſque la température eſt aſſez douce à la ſurface de la terre, où elle ſe fond très-promptement. Elle paroît tenir le milieu entre la grêle, proprement dite, & la neige; elle eſt plus lourde, plus compacte, & moins élaſtique que le greſil.

DISCOURS DOUZIEME.

Sur les Météores emphatiques.

On donne à quelques météores le nom d'emphatiques (*a*); à ceux qui par eux-mêmes n'ont aucune ſolidité, quoiqu'ils ſe montrent preſque toujours ſous une forme déterminée. On ne doit les regarder, ni comme des effets de l'imagination, ni comme des corps ayant des qualités fixes, mais comme des apparences formées du mélange de l'ombre & de la lumière, ſur des

(*a*) Le terme *emphatique* vient du mot grec εμφαινω, *illuſtro*, *repræſento*, d'où εμφασις, *repræſentatio*.

corps aériens fort légers. Tels ſont l'arc-en-ciel, les parélies, les paraſélènes, les halo ou cercles lumineux, & tous les météores brillans & légers de ce genre, qui paroiſſent, ſoit le jour, ſoit la nuit, imprimés ſur les nuages, en oppoſition avec le ſoleil ou la lune, dont ils réfléchiſſent la lumière.

§. I.

Premières idées ſur l'arc-en-ciel.

L'iris, ce phénomène brillant que Deſcartes caractériſe ſi à propos de merveille de la natute, que les anciens ont toujours plus admiré qu'ils n'ont conçu la manière dont il ſe formoit, eſt un arc peint de diverſes couleurs ſur un nuage qui ſe trouve en oppoſition avec le ſoleil, dont les rayons lumineux viennent ſe briſer ſur les gouttes dont il eſt compoſé, en différentes directions; & produiſent par leurs réfractions,

les couleurs variées qui forment le plus brillant des météores.

La beauté de l'arc-en-ciel, la régularité de sa forme, la variété de ses couleurs, a ravi d'admiration les peuples de tous les siècles & de tous les pays. « Considérez l'arc-en-» ciel & bénissez celui qui l'a fait, » il est admirable dans sa beauté, il » entoure le ciel de l'éclat de sa » gloire, & la main du très-haut » en règle l'ouverture (*a*) ». Il fut le signe que Dieu donna à Noë & à ses descendans, pour leur confirmer la promesse qu'un déluge nouveau ne couvriroit plus la terre. C'est ainsi que les premiers habitans du monde le considérèrent : ils ne le virent qu'avec cet étonnement délicieux qu'inspire la vue du plus beau spectacle que puisse donner la

(*a*) *Vide arcum & benedic eum qui fecit illum ; valde speciosus est in splendore suo ; giravit cœlum in circuitu gloriæ suæ : manus excelsi aperuerunt illum.* Ecclésiasti. cap. 43. v. 12 & 13.

nature ; ſur-tout lors qu'après avoir été fortement agitée par la violence des orages, ſa tranquillité lui eſt rendue.

Le calme qui naît tout d'un coup du ſein de la confuſion, & dont l'ordre régulier des couleurs de l'iris eſt une expreſſion ſi frappante, détermina ſans doute les anciens Grecs à regarder l'iris comme fille de l'admiration. Car c'eſt ce qu'ils ont voulu exprimer lorſqu'ils ont dit qu'elle étoit fille de Thaumas & d'Electra ; le nom de Thaumas n'exprimant autre choſe que l'admiration (*a*). Ceux, dit Platon, qui ont fait l'iris fille de Thaumas, n'indiquent pas mal ſon origine ; il auroit dû dire plutôt, celle du ſentiment qu'elle inſpire : & c'eſt ce que Plutarque a dit en termes exprès (*b*). « Platon rapporte qu'on la

(*a*) Θαυμαζειν, *admirari*, & Plato in Thæteto.

(*b*) Lib. 3. de placit. philoſoph. cap. 5.

» faisoit descendre de Thaumas » parce qu'on l'admiroit ». Les poëtes l'attachèrent ensuite au service de Junon, & lui donnèrent l'emploi particulier de porter ses ordres : la raison en est prise dans les effets mêmes de la nature. Junon étoit la déesse de l'air, son nom servoit quelquefois à exprimer cette modification de l'élément : il étoit donc naturel que l'iris annonçant la disposition prochaine de l'air, elle fût regardée comme attachée au service de Junon qui y présidoit. Les Romains qui adoptèrent les dieux de toutes les nations, ne mirent cependant jamais l'iris au rang des divinités qu'ils reconnoissoient par un culte public; Cicéron s'en étonne, eu égard à la beauté admirable de ce météore (*a*).

(*a*) *Cur autem arcus species non in deorum numero reponatur? est enim pulcher & ob eam causam, quia speciem habet admirabilem dicitur Thaumante nata.* (Lib. 3. de nat. deorum.)

On voit ſeulement qu'une des deux factions du cirque, lui rendit une eſpèce de culte en lui conſacrant ſa couleur qui étoit la bleue.

Les Péruviens ſont allés plus loin que les Romains : l'iris avoit un appartement ou une chapelle particulière dans le fameux temple du ſoleil à Cuſco. On y voyoit une repréſentation éclatante de l'arc-en-ciel, travaillée en or : ils le regardoient comme une production immédiate du ſoleil ; mais ils ſembloient le craindre plus que l'aimer. Ils prétendoient que l'air étoit tellement modifié par l'apparence de l'arc-en-ciel, qu'un Péruvien qui auroit à ſa vue reſpiré la bouche ouverte, en auroit eu toutes les dents gâtées ou pourries (*a*). Cette imagination ainſi que la plupart des idées des autres peuples ſur l'iris, venoient d'effets naturels, dont nous igno-

(*a*) Hiſtoire des Incas, liv. 3. ch. 21.

rons les uns, & nous connoissons les autres (*a*).

En général les anciens Romains plus superstitieux que Physiciens, considéroient l'arc-en-ciel comme un siphon par lequel les eaux de la

(*a*) Un Portugais, un Anglois, un Juif Hollandois, & un jeune Arabe, contemploient du port de Lisbonne un magnifique arc-en-ciel, qui venoit de succéder à une forte pluie. Le Juif parla le premier, & dit : l'arc de la colère est détendu, voilà l'aurore de la clémence. L'Arabe reprit : non, c'est la frange du vêtement de Dieu, qui est la lumière. Le Portugais dit simplement : où l'artisan de cette grande voûte d'azur prend-t-il les couleurs attachées à cette admirable courbe. L'Anglois répondit : dans la palette qui colore toute la nature. Ce prisme immense est celui qu'avoit bien observé Newton avant de filtrer le rayon solaire qui lui a donné les couleurs. Et vous, demanda-t-on à un inconnu, qui écoutoit cet entretien, que voyez-vous-là ? ce que je vois : par-tout autour de moi, des apparences de couleurs, des reflets, des ombres : nous ne sommes tous que des gouttes d'eau colorées ou transparentes.

pluie remontoient de la terre aux nuages, & donnoit ensuite des pluies abondantes; les poëtes auxquels cette idée fournissoit une image brillante, la conservèrent; ils en tirèrent des comparaisons favorables aux sujets qu'ils avoient à traiter, & maintinrent le préjugé populaire dans toute sa force (*a*).

(*a*) Ecce autem bibit arcus pluet,
Credo hercle hodie.
Plaut. act. 1. *scene* 2. *curcul.*

.
Venturam admittat imbrifer arcus aquam. . . .
Tib. lib. 1. *eleg.* 4.

.
. . . . bibit ingens
Arcus
Virg. georg. lib. 1.

Occeanumque bibit raptosque ad sidera fluctus
Pertulit & cœlo diffusum reddidit æquor.
Lucanus.

.
Casuras alte, sic rapit iris aquas. . . .
Martial. lib. 12. *ep.* 29.

.

Les philosophes qui travaillèrent à détruire les erreurs du peuple, en l'instruisant des effets de la nature, prétendirent avec raison qu'on ne devoit pas toujours tirer les mêmes prognostics de l'arc-en-ciel. Seneque en établit les différences : « s'il paroît au midi, il annonce » beaucoup d'eau, que le soleil, » dans sa plus grande force, ne peut » dissiper ; si on le voit au couchant, » il n'y aura que de la rosée ou une » pluie légère ; s'il se montre à l'o» rient ou dans le voisinage, il pré» sage un tems serein (*a*) ». Mais tous ces indices sont fort équivoques, & Pline a eu très-grande raison de dire que les iris n'annon-

(*a*) *Non, arcus, easdem, undecumque apparuit, minas adfert ; à meridie ortus magnam vim aquarum vehet, vinci enim non potuerunt valentissimo sole ; tantum est illis virium. Si circa occasum refulsit : rorabit & leviter impluet : si ab ortu circa-ve refulsit, serena promittit.* Seneca, quæst. natural. lib. 1. cap. 6.

çoient ſurement ni les jours pluvieux, ni les jours ſereins (*a*). Ce qu'il y a de certain, c'eſt que d'ordinaire elles ne ſe forment que ſur des nuages qui ſe réſolvent en pluie ou qui doivent bientôt en donner, & dans une diſpoſition de l'air plus humide que ſéche.

« Lorſqu'au ſein de l'orage, dit » Lucrèce, les rayons du ſoleil ſe » trouvent oppoſés à un nuage plu- » vieux, on apperçoit au milieu des » ténèbres les couleurs de l'arc-en- » ciel ». Il ne s'étend pas davantage ſur ce météore, il ne dit rien des cauſes de ſa formation; occupé d'objets plus intéreſſans, le poëte philoſophe ne crut pas devoir s'arrêter ſur ce ſimulacre brillant, dont le méchaniſme étoit très-peu connu de ſon tems (*b*).

(*a*) *Arcus ne pluvios quidem aut ſerenos dies cum fide portendunt.* Hiſt. natural. lib. 2. cap. 59.

(*b*) Ubi ſol radiis tempeſtatem inter opacam

Ariſtote avoit néceſſairement vu le nuage léger ſur lequel ſe peint l'arc-en ciel, formé de petites gouttes d'eau ſéparées les unes des autres & toutes en mouvement : il les ſuppoſoit comme autant de miroirs convexes, dont les ſurfaces oppoſées au ſoleil nous en renvoient l'image. Les trois couleurs qu'il reconnoiſſoit dans l'iris, le rouge, le verd & le violet, n'étoient, ſelon lui, qu'un mélange varié de la lumière du ſoleil avec l'ombre du nuage, plus épaiſſe au-deſſous, moyenne au milieu, & fort légère au-deſſus : il n'imaginoit pas une autre cauſe de ces couleurs différentes, que la combinaiſon du blanc & du noir, ou de l'ombre & de la lumière, faite par la nature elle-même. C'eſt ainſi qu'il penſoit que toutes les couleurs

Adverſa fulſit nimborum, aſpergine contra,
Tum color in nigris exiſtit nubibus arqui...
Lucr. de rerum nat. lib. 6. carm. 523.

devoient être produites (*a*). Poſſidonius, ſavant aſtronome & mathématicien d'Alexandrie, qui vécut quelque tems avant l'ère chrétienne, ajoutoit que le corps entier du nuage devoit avoir la forme d'un miroir concave ſphérique : c'eſt ainſi qu'il rendoit raiſon de la rondeur de l'iris, & de la manière dont les rayons du ſoleil, qui en étoient réfléchis, venoient ſe raſſembler au fond de l'œil du ſpectateur comme dans leur foyer commun. Séneque adopta cette opinion, & ne conſidéra jamais l'arc-en-ciel que de la manière dont Poſſidonius le lui préſentoit (*b*).

Pline nous donne une idée générale de ce phénomène aſſez juſte, relativement à ce que l'on pouvoit en ſçavoir alors (*c*). Il parle, ainſi

(*a*) Metereol. l. 4.
(*b*) Quæſt. natural. lib. 1. cap. 5.
(*c*) Hiſt. natur. lib. 2. cap. 59.

que Séneque, des iris lunaires, plutôt sur la foi des philosophes Grecs, que pour les avoir observées lui-même; ainsi nous ne nous arrêterons pas davantage à discuter ce que l'école d'Epicure & celle d'Aristote ont pensé de ces météores, nous passerons tout de suite aux explications que les philosophes modernes en ont données, & après les avoir rapportées, nous ferons l'histoire des observations propres à confirmer la théorie de leurs explications.

Les couleurs de l'arc-en-ciel, comme celles de tous les météores emphatiques, ne sont que les diverses modifications des rayons lumineux qui tombant sur des gouttes d'eau, y subissent différentes réfractions & réflexions : c'est delà que dépend la forme que prennent ces rayons, & les couleurs variées qu'ils produisent. On voit dans les écrits des anciens naturalistes, qu'ils avoient quelque idée de cette vé-

rité physique. Pline l'indique (*a*), il en dit un mot au sujet de l'arc-en-ciel qui couronne toujours la belle cascade de Terni. Il lui eût été facile d'aller étudier ce phénomène si voisin de lui, & d'en prendre une idée distincte : mais comme rien n'est plus commun que l'arc-en-ciel ; comme dans tous les tems on l'a regardé comme une espèce de décoration brillante qui paroissoit à la suite des tempêtes, que la nature employoit pour en adoucir l'horreur, & en annoncer la fin ; comme on n'a jamais attaché d'autre utilité à ce météore doux & tranquille, dont on n'avoit rien à redouter, on s'est peu attaché à le considérer avec des yeux philosophiques : ce n'est que dans le siècle dernier que l'on en a véritablement étudié & connu la nature, & qu'on s'est appliqué à vérifier les conjectures des anciens.

(*a*) Histor. natural. lib. 2. cap. 62.

Marc-Antonio de Dominis, archevêque de Spalatro, est le premier qui, en 1611, ait démontré que l'apparence de l'arc-en-ciel dépendoit de la réfraction & de la réflexion des rayons lumineux sur les gouttes d'eau répandues dans l'air, ou sur un nuage léger formé de ces gouttes (*a*). Descartes vint ensuite qui embrassa ce sentiment, le rendit plus vraisemblable par les explications qu'il y ajouta. Jean-Christophle Sturmius, mathématicien d'Altorff, donna un traité de l'iris; c'est d'après ces premières tentatives que le célèbre Newton, & le savant Halley, donnèrent une théorie nouvelle de l'arc-en-ciel. On s'en est tenu depuis aux principes que ces physiciens illustres ont établis sur ce météore, parce que l'on a reconnu par une multitude d'observations réitérées qu'ils

(*a*) *Tract. de radiis visus & lucis.*

étoient conformes aux procédés de la nature.

Les couleurs les plus remarquables ſur l'arc-en-ciel ſont le rouge éclatant, le verd & le jaune, qui, ſe mêlant par leurs extrémités, produiſent des couleurs moyennes, telles que le jaune orangé, le bleu & le pourpre : mais quelques variétés qu'on remarque dans les teintes de l'iris, on verra toujours qu'elles ſont produites par le mélange des couleurs principales. Ces couleurs ſont l'effet naturel du paſſage des rayons lumineux de l'air dans l'eau ou dans les molécules aqueuſes, & de leurs réflexions & réfractions de l'eau dans l'air. Du point d'incidence d'où l'on peut regarder la ligne comme directe ou perpendiculaire au point de réflexion, on prétend que ces rayons prennent la forme concave à l'intérieur, & convexe à l'extérieur ; c'eſt-à-dire que pour réfléchir la lumière & la modifier de façon que l'arc-en-ciel ſoit peint des couleurs qui s'y font

remarquer, il faut que la lumière ſoit réfléchie & réfractée par une matière aqueuſe diviſée en différentes gouttes preſque inſenſibles, qui lui donnent les modifications d'où réſultent les couleurs variées de l'arc-en ciel; & c'eſt la forme même des gouttes d'eau qui peut faire entendre comment un rayon de lumière peut être concave d'un côté & convexe de l'autre

Un rayon parti du centre du ſoleil tombe ſur une goutte de pluie, qu'on ſuppoſe ſphérique; il s'y rompt ſuivant la loi connue de la réfraction de la lumière dans l'eau, c'eſt-à-dire enſorte que le ſinus de l'angle de réfraction ſoit au ſinus de l'angle d'incidence comme trois à quatre ou à peu près. Il va frapper contre la ſurface concave de la goutte; il s'y réfléchit à angles égaux; delà il reſſort de la goutte en ſe rompant ſelon la réflexion de la lumière de l'eau dans l'air, & vient à l'œil du ſpectateur placé entre le ſoleil & le plan où eſt la pluie, ou l'amas

l'amas de molécules aqueuſes ſur lesquelles paroît l'arc-en-ciel.

Comme il tombe du centre du ſoleil, ſur la goutte d'eau, une infinité de rayons parallèles entr'eux à cauſe du grand éloignement, & qu'ils ont différentes incidences ſur la goutte, à raiſon de ſa courbure, ils en ſortent tous ſous divers angles, après deux réfractions & une réflexion entre les deux réfractions. Pour ſe faire une idée plus diſtincte de cette théorie, il faut concevoir une ligne tirée du centre du ſoleil, qui traverſant le derrière de la tête du ſpectateur, paſſe par le centre de ſon œil, & ſe termine au plan de la pluie. Cette ligne viſuelle eſt par conſéquent parallèle aux rayons du ſoleil, qui tombent ſur une goutte, & elle eſt rencontrée par tous les rayons qui en ſortent, ou au moins par quelques-uns. Or par les calculs faits ſur les obſervations les plus exactes, les rayons qui ſortent de la goutte, ne peuvent pas rencontrer

cette ligne ſous un angle plus grand que quarante-deux degrés ou environ, & de plus ceux qui la rencontrent ſous cet angle, ou ſous un angle ſeulement un peu moindre, ſont en nombre beaucoup plus grand que ceux qui ſe rencontrent ſous de moindres angles: d'où il ſuit qu'au-deſſus de l'angle de quarante-deux degrés, il y a relativement à l'œil une ombre parfaite puiſqu'il ne reçoit aucuns des rayons rompus ou ſortis de la goutte, & qu'au-deſſous de quarante-deux, à commencer par exemple à quarante, il y a à peu près une ombre; ou plutôt l'effet de la réflexion & de la réfraction des rayons lumineux, ceſſe & ſe confond avec la lumière générale dont l'air eſt encore éclairé; ce qui eſt ſenſible en ce que l'œil eſt beaucoup moins frappé du peu de rayons qui lui viennent au-deſſous de l'angle de quarante degrés, que du nombre de ceux qui lui viennent de quarante-deux juſqu'à quarante,

intervalle où ils ſont extrêmement ſerrés, quoique leur denſité ſoit inégale; & c'eſt ce qui occaſionne la variété des couleurs de l'arc-en-ciel. Au point de quarante-deux degrés où les rayons ſont plus directs & plus denſes, paroît le rouge éclatant, enſuite en ſe rapprochant de quarante-deux à quarante, où la réflexion diminue, & où la ligne viſuelle rencontre moins de rayons, on voit ſucceſſivement l'orangé, le jaune, le verd, le bleu, & enfin le pourpre & le violet, qui ſont le dernier effet de la réflexion qui eſt à peine ſenſible, & où la lumière ſe confond avec les ténèbres.

Cette inégale denſité de rayons, qui ſortent après différentes réfractions & réflexions, vient de la courbure des ſurfaces qui les ont rompus, & elle varie ſelon cette courbure. L'ombre qui termine les bords de l'arc-en-ciel, tant en dedans qu'en dehors, eſt néceſſaire pour faire ſortir les rayons colorés, & donner au météore toute l'appa-

rence dans laquelle il consiste : c'est ainsi que dans le prisme il faut qu'il y ait de l'ombre de part & d'autre des rayons colorés, pour qu'on puisse les distinguer.

Que l'on se mette dans une position favorable, le matin lorsque le soleil commence à monter sur l'horison; on remarquera autant de petites iris, ou d'arcs colorés qu'il y a de différentes gouttes de rosée, sur les plantes, sur les toiles d'araignées, & les autres corps légers où la rosée se rassemble : on peut faire la même observation avant le soleil couchant, lorsque dans le cours de la journée il est tombé de la petite pluie; par ce moyen on peut se faire une idée de la matière du nuage sur lequel se peignent les couleurs de l'arc-en-ciel. Il faut, disoient les anciens, que la nuée soit disposée de manière qu'elle soit transparente d'un côté & opaque de l'autre, à la manière d'un miroir concave qui réfléchit les rayons du soleil vers les yeux de celui qui le regarde.

Ils se seroient expliqués d'une manière plus conforme aux procédés de la nature, s'ils eussent dit que chaque goutte d'eau devoit avoir à peu près cette forme, & que le nuage sur lequel se peint l'arc-en-ciel, ne doit pas être un corps solide dont toutes les parties soient continues, mais plutôt un amas de différentes gouttes contiguës les unes aux autres, toutes figurées de même, rondes & transparentes, qui par conséquent ont chacune la forme convexe & la forme concave requise pour la réfraction des rayons lumineux, qui s'y modifient de manière à produire les couleurs qui frappent la vue. Ces gouttes légères sont ou des vapeurs qui s'élèvent en grande quantité d'un fleuve ou d'une autre masse d'eau à la suite d'une action assez vive du soleil, & que la solidité de l'atmosphère inférieure tient comme suspendues à une certaine hauteur, ou bien elles sont l'effet d'un nuage mis en dissolution, dont les parties sont

tellement atténuées qu'elles ne peuvent vaincre la résistance qu'elles trouvent dans l'air qui les soutient avant que de s'être réunies, & d'avoir acquis une plus grande pesanteur spécifique que celle qu'elles avoient d'abord. Ainsi on peut regarder les gouttes d'eau sur lesquelles se forme l'arc-en-ciel, ou comme tombantes des nuées, ou comme saillantes de la surface de la terre en haut, & par conséquent ce phénomène, ou accompagne la pluie qui tombe dans son voisinage, ou l'annonce comme très-prochaine.

§. II.

Arc-en-ciel de la Cascade de Terni en Ombrie.

Que l'arc-en-ciel se forme & se conserve de cette manière, on n'en doutera point après l'observation suivante, faite sur un arc-en-ciel pérenne, & sur une espèce de nuage dont on peut examiner de près

la matière, & s'assurer par le tact & la vue de la manière dont elle est disposée.

La rivière de *Vélino*, qui forme la magnifique cascade de Terni en Ombrie, après être sortie du lac de *Luco*, prend un cours précipité sur un niveau penchant, jusqu'à ce qu'elle soit arrivée à l'extrémité de la montagne *del Marmore*, d'où elle fait un saut perpendiculaire d'environ deux cent pieds de hauteur sur des rochers, où elle se brise avec tant d'effort qu'il s'en élève un nuage, que l'on peut comparer à une poussière humide (*un' polverino d'aqua*, disent les Italiens), & qui se soutient toujours à quelques toises au-dessus du niveau de la montagne; de sorte que tous les environs sont enveloppés d'un brouillard continuel, assez épais pour intercepter les rayons directs de la lumière; mais si léger qu'il ne détrempe point le terrein qu'il arrose sans cesse. Il le pénètre en y répandant plutôt une douce fraî-

cheur qu'une humidité sensible, ainsi que je l'ai très-exactement observé.

Ce brouillard vu du côté opposé à la cascade fait un effet merveilleux ; il reçoit les rayons du soleil qui viennent s'y briser, & il s'y forme, tantôt plusieurs arcs-en-ciel qui se croisent, changent de place, s'élèvent ou s'abaissent relativement à la force que le mouvement inférieur de l'eau imprime au brouillard qu'ils colorent, à la direction des vents qui contribuent plus ou moins à sa condensation ou à son expansion. Quand le vent du midi rassemble le brouillard contre la montagne, & le tient dans une espèce de tranquillité, alors le soleil ne forme qu'un seul grand arc qui couronne toute la cascade & ses environs. Le côté du brouillard éclairé par le soleil paroît entiérement lumineux, & la portion de cercle que décrit l'arc n'a pas ses couleurs aussi bien distinguées qu'on les voit dans les iris ordinaires. Souvent elles se confondent les

unes dans les autres, quoique l'on y remarque toujours les trois zones que décrivent les trois couleurs principales. On obſerve auſſi que toutes les particules aqueuſes ſont fort agitées, & ce mouvement continuel de particules colorées, qui ſe fondent inſenſiblement les unes dans les autres, ajoute à la ſingularité de ce beau ſpectacle.

Ce qui fait encore que les couleurs paroiſſent ſe confondre, c'eſt que l'on eſt très-près de cette iris lorſqu'on l'obſerve; on diſtingue le mouvement des particules aqueuſes du brouillard, & l'on verroit la même choſe dans les arcs-en-ciel ordinaires, ſi l'on pouvoit les conſidérer d'auſſi près & auſſi long-tems. Je l'ai vérifié depuis. Voyant un arc-en-ciel dont un des côtés étoit appuié ſur un petit bois peu éloigné de moi, je m'en approchai aſſez pour reconnoître que les couleurs qui, d'environ un quart de lieue m'avoient paru très-démêlées, ſe confondoient; je vis le mouve-

ment distingué de la bruine ou des petites gouttes d'eau qui se faisoit en tout sens : l'arc se soutint assez pour que j'eus le tems de le traverser ; je me trouvai environné d'une lumière douce & très-agréable, qui donnoit à la verdure des arbres un éclat plus marqué, une couleur plus vive que celle des autres arbres qui étoient hors de la colonne, & qui diminuoient insensiblement jusqu'à ce qu'on ne fût arrivé plus avant dans le brouillard, qui étoit alors beaucoup plus épais & plus humide.

Il est rare de pouvoir faire ces sortes d'observations en plaine ; il faut que le brouillard soit adossé à quelque hauteur qui le retienne : c'est dans cette position que j'ai presque toujours remarqué que les arcs-en-ciel duroient le plus long-tems. Ce qui est cause encore que l'on ne peut que rarement faire ces observations avec exactitude, c'est que l'arc-en-ciel ne se forme qu'à la suite des tems pluvieux, après

les orages, dans une température humide qui ne permet pas de ſuivre de près ce phénomène, & d'ordinaire la pluie qui ſurvient, en faiſant diſparoître le météore lumineux, arrête l'obſervateur & le force à attendre une occaſion plus favorable.

Autour de la caſcade de Terni, plus on avance dans le brouillard au-delà du côté éclairé par le ſoleil, plus il devient obſcur, ſans que ſes particules ſoient plus condenſées ou plus réunies dans un endroit que dans un autre ; au moins le jour que je l'obſervai, elles étoient par-tout de la même légèreté & de la même ténuité. A meſure qu'on deſcend de la montagne à travers ce brouillard, on s'apperçoit qu'il devient plus diaphane ; juſqu'à ce qu'enfin on ne reconnoiſſe les rayons du ſoleil mêlés ou briſés parmi les vapeurs aqueuſes, qui conſervent toujours la même modification, & qui ne ceſſent d'être ſenſibles que de l'autre côté de la rivière, lorſqu'on va ſe

placer dans un endroit assez éloigné de la chûte de l'eau pour observer la cascade & le bel arc qui la couronne.

Je ne fais aucune réflexion sur l'observation que je viens de rapporter ; je me contente d'assurer qu'elle est vraie, & plus sûre que toutes les expériences que l'on a imaginées pour expliquer la formation de l'arc-en-ciel, & ses causes. On n'est nulle part ailleurs aussi à portée d'étudier tranquillement ce phénomène agréable, où l'on voit la nature opérer toujours, d'une manière si uniforme, si simple, si facile à saisir, que l'on oublie les tentatives incertaines de l'art, & les raisonnemens obscurs de l'hypothèse, pour céder à l'évidence même. Cette singularité étonne par la magnificence de son spectacle ; le premier sentiment qu'elle inspire est celui de l'admiration, mais bientôt la curiosité succède, & l'on s'instruit avec satisfaction, à la voix éloquente de la nature même,

que l'on peut écouter ſans diſtraction (*a*).

On voit de même au Canada un arc-en-ciel pérenne, fixé dans le même endroit & par le tems le plus ſerein. Il ſe forme ſur une eſpèce de brouillard comme celui de Terni, & il eſt produit par une cauſe tout-

(*a*) Cette caſcade n'a pas toujours été où on la voit, elle n'exiſtoit pas quelque tems avant Cicéron. On lit dans l'épître quatrième du quatorzième livre des lettres à Atticus, que les habitans de *Riéti* intentèrent un procès à ceux de *Terni*, au ſujet de la coupure faite par un certain M. Curius, dans la montagne, & qui avoit détourné le cours de la rivière de *Velino*, pour former cette cataracte. On prétend que ce qui détermina l'habitant de Terni à cette entrepriſe, ce fut l'intempérie que les eaux de la rivière occaſionnoient dans les environs : elles n'avoient pas une iſſue libre, ſe répandoient par la campagne & inondoient une aſſez grande étendue de terrein qui reſtoit inculte. *Voyez* ce qui en eſt dit dans la deſcription hiſtorique & critique de l'Italie, tom. VI. pag. 446. & ſuiv. édit. de 1769.

à-fait semblable. L'eau du fleuve Saint-Laurent brisée dans une cataracte dont la chûte est de plus de deux cent pieds, fait jaillir, & lance dans l'air une multitude prodigieuse de petites gouttes, dont la réunion forme un nuage, une bruine que l'on apperçoit de cinq lieues, & où le soleil peint toujours un arc-en-ciel avec ses plus belles couleurs. La largeur du fleuve, la quantité d'eau qu'il roule, doivent produire un météore beaucoup plus étendu & plus majestueux que celui de la cascade de Terni; mais comme la cause & l'effet sont les mêmes, on peut juger de l'un par l'autre; & s'il étoit possible de traverser le brouillard du fleuve de Saint-Laurent, comme celui qui couvre la montagne *del' Marmore*, on y verroit l'eau modifiée de même; une obscurité pareille au centre du nuage, le même mouvement dans les molécules aqueuses, & la lumière s'accroître & se dégrader de même.

§. III.

Progrès des connoiſſances ſur l'arc-en-ciel. Obſervations différentes faites ſucceſſivement par les philoſophes.

Ce que nous avons dit juſqu'à préſent de l'arc-en-ciel, ne doit être regardé que comme une première idée qui demande des développemens qui la rendent plus inſtructive & plus ſatisfaiſante. L'autorité irréfragable des anciens ſoutint leurs ſentimens ſur l'arc en-ciel, comme ſur la plupart des autres effets de la nature, pendant une longue ſuite de ſiècles. L'eſprit humain étoit alors dans une eſpèce d'engourdiſſement qui ne lui permettoit pas de tenter aucune nouvelle découverte. Les plus habiles dans ces tems d'ignorance, étoient ceux qui ſavoient quelque choſe de ce que les anciens avoient vu ou

imaginé, & qui pouvoient en rendre compte. Albert le grand, dominicain, qui mourut en 1282, après avoir abdiqué l'évêché de Ratisbonne, pour se livrer plus librement aux charmes de l'étude, appliqua à l'explication de l'arc-en-ciel, l'expérience du prisme. Le premier il osa croire & dire que les anciens n'avoient pas tout vu; il supposa que les rayons lumineux qui passent au travers des gouttes de pluie opposées au soleil, y souffroient comme dans le prisme deux réfractions consécutives, l'une en entrant de l'air dans l'eau, l'autre en sortant de l'eau dans l'air; que ces rayons se coloroient ainsi diversement selon les densités différentes des gouttes sphériques d'eau par où ils passoient, & que delà ils alloient se peindre sur une seconde nuée plus épaisse qui étoit par derrière, & d'où ces rayons colorés étoient réfléchis vers les yeux du spectateur. Ce philosophe si célèbre dans son siècle, ne put ima-

giner que la réflexion des rayons lumineux pouvoit ſe faire ſur les mêmes gouttes, par leſquelles s'en faiſoit la réfraction : il aima mieux ſuppoſer un ſecond nuage, ne faiſant pas attention à l'obſtacle que le premier nuage interpoſé devoit apporter à la réflexion juſqu'à l'œil du ſpectateur. On l'en crut ſur ſa parole, car alors on ne ſe donnoit pas encore la peine ni d'imaginer ni de réfléchir.

Quelques tems après Albert le grand, le Polonois Vitellion, conclut, de diverſes expériences d'optique, que la réfraction qui produit les couleurs de l'arc-en-ciel, & la réflexion qui nous les renvoie ſe font l'une & l'autre dans la même goutte d'eau. Pour en venir-là il ne falloit que jetter de l'eau en l'air vers la partie du ciel oppoſée à celle où ſe trouve le ſoleil, pour voir peintes ſur ces différentes gouttes toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Ces gouttes à meſure qu'elles retombent & qu'elles ſe trouvent à

diverses distances de l'œil, donnent des apparences variées aux rayons lumineux : il faut être à une distance convenable pour voir ces différentes couleurs, trop loin ou trop près, elle ne sont plus sensibles. C'est pour cela qu'en s'approchant trop du nuage ou du brouillard sur lequel paroît l'iris, on ne voit plus qu'un mélange imparfait de couleurs, ou des molécules aqueuses brillantes d'une lumière extraordinaire.

On peut faire la même observation après le lever du sóleil dans une prairie couverte de rosée, chaque goutte éclairée par le soleil réfléchit une couleur différente suivant qu'on s'en approche, ou que l'on s'en éloigne, qu'on la considère de plus haut ou de plus bas ; & on remarque les mêmes variations, les mêmes changemens de couleurs dans une seule goutte, que celles que l'on remarque dans toute la prairie vue en même-tems. De ces observations on a conclu que c'est

la même goutte d'eau qui tombant du haut d'un nuage obſcur, & frappée par les rayons du ſoleil les rompt & les réfléchit ſucceſſivement, de manière qu'elle change de couleur à chaque inſtant de ſa chûte, & paſſe ſucceſſivement du rouge au jaune, au vert, au bleu, au violet, pour ſe perdre & ſe confondre dans les autres molécules aqueuſes qui forment la partie obſcure, environnée par le cercle lumineux. Il n'eſt pas néceſſaire que ces gouttes tombent, il ſuffit qu'elles changent de place, & qu'elles ſoient dans un mouvement continuel, ainſi qu'on l'obſerve à la caſcade de Terni, où les très-petites gouttes d'eau dont eſt formé le brouillard ſur lequel ſe peint l'arc-en-ciel, ont toutes ſortes de mouvemens inégaux, perpendiculaire, diagonal, horiſontal même; c'eſt ce dernier qui dure le moins dans l'arc-en-ciel, quoique ce ſoit de cette manière que doivent être diſpoſées les vapeurs aériennes ſur

lesquelles nous voyons les couleurs de l'iris se peindre par bandes horisontales, soit au lever du soleil, soit à son coucher.

Le nombre des couleurs qui paroissent dans l'arc-en-ciel, a été long-tems un sujet de dispute entre les philosophes les plus célèbres. Les anciens depuis Aristote jusqu'à Séneque, & depuis le siècle de Séneque jusqu'à celui de Vitellion, ne virent que trois couleurs dans l'arc-en-ciel, le rouge, le verd, le violet ou le pourpre foncé : ils ne regardèrent les autres couleurs que comme des nuances de ces trois couleurs primitives, & l'apparence que doit produire le passage de l'une à l'autre. On n'en vit pas davantage de la fin du treizième au dix-septième siècle, depuis Vitellion jusqu'à Marc-Antoine de Dominis, le premier des modernes qui depuis le rétablissement des sciences se fit une véritable théorie de l'arc-en-ciel : il y remarqua plus de trois couleurs, mais il n'en fixa pas le

nombre. Descartes qui le suivit de près, & qui se servit habilement de la géométrie pour faire. d'utiles découvertes en physique, réduisit ces couleurs à cinq, le rouge, le jaune, le verd, le bleu & le violet. Il assigna à chacune son ordre naturel, tel qu'on le voit constamment dans l'iris. Il joignit l'expérience à l'observation, d'abord il s'assura que la plus grande hauteur de l'arc-en-ciel, lorsqu'il est demi-circulaire, est de quarante-deux degrés : Vitellion & Dominis l'avoient remarqué de même, & ils avoient aussi reconnu que c'est la mesure de l'angle que fait la ligne centrale au sortir de l'œil avec les rayons visuels qui aboutissent à la plus grande circonférence de l'iris, au cercle rouge qui la termine en dehors; & depuis on a observé que la plus grande hauteur du cercle violet qui la termine en dedans est de quarante degrés; ainsi voilà les deux circonférences extérieures & intérieure de l'arc-en-ciel bien dé-

terminées, ſous deux angles, l'un de quarante-deux, l'autre de quarante degrés; & c'eſt dans l'eſpace de quarante-deux à quarante que l'on voit les autres couleurs qui ſe trouvent entre le rouge & le violet. Deſcartes pour s'aſſurer de l'ordre naturel des couleurs & de la proportion des angles, prit une boule de verre pleine d'eau & aſſez groſſe pour que les couleurs qu'il ſuppoſoit devoir s'y peindre ne puſſent pas ſe confondre. Il la plaça à une hauteur convenable, & il ſe mit entre cette boule & le ſoleil, qu'il avoit au dos dans une poſition où il pût voir ſucceſſivement dans cette boule les couleurs de l'arc-en-ciel. Il apperçut conſtamment du rouge dans l'hémiſphère inférieure de la boule, où le rayon viſuel formoit avec la ligne centrale un angle de quarante-deux degrés. Il augmenta cet angle, le rouge diſparut, & il ne vit plus qu'une ombre parfaite: en le diminuant, il ceſſa de même de voir le rouge, mais il reconnut

ſucceſſivement les mêmes couleurs qu'il avoit remarquées dans l'arc-en-ciel, & au-deſſous de l'angle de quarante degrés, il ne vit plus qu'une obſcurité pleine; ce qui ne lui laiſſa aucun lieu de douter que les couleurs de l'arc-en-ciel ne ſont viſibles que dans l'eſpace de quarante-deux à quarante degrés. On a depuis réitéré la même expérience, & on en a eu les mêmes réſultats; on l'a perfectionnée en plaçant l'une au-deſſus de l'autre cinq boules de verre pleines d'eau d'égale groſſeur, & dont le diamètre pris enſemble répondît à la diſtance de quarante-deux à quarante degrés, c'eſt-à-dire chaque boule répondant à l'eſpace de vingt-quatre minutes, & on a eu ſur chacune une des cinq couleurs de l'arc-en-ciel, le rouge en haut, le violet en bas.

De-là on eſt parvenu à s'aſſurer de la manière dont le rayon lumineux pénètre dans la molécule aqueuſe, s'y réfracte, & s'y réfléchit, de manière qu'il puiſſe arriver à nos yeux après

s'être coloré; & on a vu que les rayons ſolaires doivent tomber au-deſſus du grand cercle horiſontal pour produire les couleurs apperçues dans l'hémiſphère inférieure de la boule d'eau; parce que ſi l'on couvre la partie ſupérieure de la boule l'expérience manque, & on ne voit plus de rayons colorés. Dans l'état ordinaire la lumière qui entre obliquement de l'air dans l'eau ſe rompt, enſorte que l'angle d'incidence eſt à celui de réfraction comme quatre eſt à trois, & au contraire en ſortant de l'eau dans l'air, l'angle d'incidence eſt à celui de réflexion comme trois eſt à quatre. C'eſt ce rapport qui décide la largeur du cercle de l'iris, & qui nous apprend que les rayons ſolaires après être tombés ſur les gouttes d'eau au-deſſus du grand cercle horizontal de l'arc-en-ciel intérieur, reviennent à l'œil par-deſſous après deux réfractions & une réflexion.

Mais comme ſouvent on apperçoit l'arc-en-ciel double, & que dans

dans celui qui paroît le plus haut, on voit les couleurs en ordre inverse, dont la première expérience ne pouvoit pas donner la théorie, l'immortel Descartes crut qu'en augmentant peu à peu l'angle de vision, il arriveroit à la découverte qu'il cherchoit. Il ne se trompa point, quand il fut arrivé à l'ouverture de cinquante-un degrés, il commença de nouveau à voir du rouge, mais dans l'hémisphère supérieure de la boule, & au-dessus de son grand cercle horisontal. En donnant par degrés plus d'étendue à cet angle, il découvrit successivement le jaune, le verd, le bleu, & le violet, dans le même ordre qu'on les voit dans l'arç-en-ciel extérieur; les couleurs étant moins vives, soit à raison de leur distance, soit parce que les rayons solaires qui doivent tomber au-dessous du grand cercle horisontal pour venir à l'œil par-dessus, après deux réfractions & deux réflexions, perdent par cette détermination différente

une partie de leur éclat. Les tables que Descartes dressa à la suite de ses observations pour déterminer les angles différens sous lesquels on apperçoit les couleurs variées de l'arc-en-ciel, sont si exactes, si précises, qu'après une multitude d'expériences & d'observations faites en conséquence par les plus habiles philosophes; le savant Maraldi n'a pas hésité de dire qu'il ne reste plus rien à desirer sur cette matière. (*Mém. de l'acad. des sciences , an.* 1721. *pag.* 23.

On n'a disputé à l'illustre Descartes ni la vérité de ses observations, ni l'exactitude de sa méthode, mais on a prétendu qu'il n'avoit pas découvert toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Gassendi au lieu de cinq couleurs, assura qu'on en remarquoit sept, le rouge, l'orangé, le jaune, le verd, le bleu, l'indigo & le violet. Ce philosophe avoit de la réputation, & il la méritoit, mais on ne vit rien de nouveau dans sa découverte qu'une

vaine prétention : on prit la couleur orangée pour la nuance qui ſépare le rouge du jaune, & l'indigo pour celle qui eſt entre le bleu & le violet. Ce fut le ſentiment de Deſcartes lui-même, qui ne révoqua point en doute la vérité de l'obſervation de Gaſſendi, mais qui n'y vit rien au-delà de ce qu'il avoit apperçu. Long-tems après, le célèbre Newton qui aſpiroit à la gloire de l'invention en toutes choſes, préſenta le ſyſtême de Gaſſendi ſous une autre face; & après d'autres expériences, il démontra qu'il y avoit dans l'arc-en-ciel ſept couleurs auxquelles il donna le nom de primitives : il déſigna leurs eſpaces, & expliqua leurs rapports; il repréſenta la largeur de la bande colorée de l'arc-en-ciel, non ſur les meſures qu'il avoit pu en prendre, mais par le moyen d'un carton ſur lequel il avoit reçu les couleurs du priſme triangulaire, qui ſont les mêmes que celles de l'arc-en-ciel, & diſpoſées dans le

même ordre. Il fit voir qu'il règnoit entr'elles la même harmonie que celle qui règne entre les tons de la musique : " convenance merveil- » leuse, dit M. de Fontenelle, » (*Hist. de l'acad. des sciences, an.* » 1720. *pag.* 11.) & cependant » très - vraisemblable ; n'est-il pas » naturel que les différentes mo- » difications de la vue & de l'ouie se » répondent ? » Ainsi le philosophe anglois établit un nouveau systême de couleurs harmonieuses, ou plutôt harmoniques, qui donna lieu depuis à une autre idée peut-être encore plus originale, & qui ne pouvoit partir que d'une imagination aussi véhémente que hardie, au *clavessin oculaire* du P. Castel, jésuite, qui passa une partie de ses jours à méditer sur cet instrument singulier, & même à travailler à sa construction, au moyen duquel, en variant les couleurs, il prétendoit donner à l'organe de la vue, les mêmes sensations que le clavessin donne à l'ouie : projet dans lequel il échoua,

mais qui amuſa long-tems ſon auteur, & qui le dédommagea par pluſieurs autres obſervations curieuſes.

Sans entrer ici dans les différens ſyſtêmes ſur la génération des couleurs, nous nous contenterons de dire, relativement à l'arc-en-ciel, que ſes couleurs, qui plaiſent plus encore que la régularité de ſa forme, viennent de l'action différente des rayons lumineux ſur le corps opaque qui les réfléchit, & de la profondeur différente des vapeurs dans leſquelles ils ſe réfractent & ſe réfléchiſſent avant que d'en ſortir. La première bande d'un rouge vif, eſt produite par des rayons qui pénètrent peu avant dans la ſubſtance du nuage, le rayon pénétrant un peu plus devient orangé & enſuite verd. Le jaune qui ſuit eſt une modification encore plus marquée de la lumière dans les ténèbres. Le bleu, le violet ou le pourpre foncé ſont les derniers efforts gradués de la lumière pour vaincre les ténèbres.

Les sept couleurs que l'on compte dans l'iris y peuvent être distinguées, mais il y en a trois que l'on ne doit pas regarder comme primitives, elles ne sont que des dégradations des autres, & des nuances qui s'étendent en perdant de leur éclat. Cet ordre est si beau, ces couleurs quoique constamment les mêmes, sont si naturelles, si vraies, qu'elles ont toujours le charme de la nouveauté. Il n'est donc pas étonnant que les poëtes aient représenté ces couleurs comme variées à l'infini :

Mille trahit varios adverso sole colores.

Virg. Æneid. 4.

En effet quelle admirable gradation dans les teintes fines qui séparent les couleurs principales ! quelle douceur dans les nuances délicates qui les unissent ensemble, & qui sont elles-mêmes autant de couleurs différentes, autant de petits arcs concentriques d'un éclat doux & varié. On ne les distingue qu'avec attention, & cependant par un art

merveilleux de la nature, toutes ces couleurs, qui se ressemblent en s'approchant les unes des autres, finissent par être tout à fait différentes : *commissura decipit ; usque ad eo mira arte naturæ, quod à simillimis cœpit, in dissimilia desinit.* (Senec. nat. quæst. lib 1. cap. 3) Ovide s'est aussi bien exprimé que le philosophe, lorsqu'en parlant de la dégradation merveilleuse des couleurs de l'iris semblables d'abord, & tout à fait différentes ensuite, il dit que l'œil même est trompé par ce passage étonnant quoiqu'insensible d'une couleur à une autre :

In quo diversi niteant cum mille colores,
Transitus ipse tamen spectantia lumina fallit ;
Usque adeo quod tangit idem est, tamen ultima distant.

Ovid. lib. 6. métamorph.

§. IV.

Hauteur de l'arc-en-ciel & autres modifications.

La hauteur de l'arc-en-ciel est déterminée par les expériences & les observations que nous venons de rapporter; & s'il est en apparence plus haut ou plus bas, c'est relativement à la distance dont on le voit. L'angle extérieur est toujours de quarante-deux degrés; mais ce qui est de plus étonnant dans ce phénomène, c'est sa forme régulière & toujours la même. La cause pour en être sensible n'en a pas été plus aisée à expliquer; quoique tous les philosophes aient tenté d'en rendre raison. C'est à l'effet de l'incidence des rayons lumineux sur un plan obscur, que l'on doit en attribuer l'apparence : mais une forme si régulière doit tenir à une cause qui ne l'est pas moins.

Avant que de découvrir la véri-

table, on en a allégué plusieurs, que l'on peut regarder comme chimériques. Les uns ont prétendu que c'étoit la rondeur du soleil qui venoit se peindre dans le nuage opposé par les rayons de sa circonférence, que l'on supposoit plus vifs que ceux du centre, ou qui en approchoient le plus. Les autres ont attribué ce phénomène à la rondeur du nuage qui recevoit à sa circonférence un plus grand nombre de rayons solaires, & plus actifs que dans le reste de sa surface. On a dit encore que les rayons du soleil après avoir traversé notre atmosphère, alloient se réunir comme au travers d'un verre convexe dans quelque point commun, pour delà se répandre tout à la ronde sur le plan du nuage, d'où, après s'être colorés, ils revenoient à nos yeux. Enfin on a attribué la forme régulière de l'iris à une vertu attractive qui déterminoit la lumière à un certain point du ciel, & avoit le pouvoir d'en disposer les rayons en forme

circulaire pour produire les apparences de l'iris. Ces ſentimens ou ces rêveries philoſophiques, que la fantaiſie d'imaginer quelque choſe de nouveau fit naître, plutôt qu'aucune connoiſſance réelle & approfondie du météore dont nous parlons, ont pu amuſer quelque tems une ignorante crédulité; d'autant mieux qu'elles étoient exprimées dans un jargon ſcientifique qui en impoſe toujours à la multitude.

La forme de l'iris a des cauſes plus réelles dans les règles conſtantes de la nature. Nous avons déja déterminé la hauteur préciſe du bord extérieur de l'arc-en-ciel à quarante-deux degrés, & la hauteur du bord inférieur à quarante. C'eſt dans cet intervalle que ſe peignent les couleurs variées que l'on y remarque lorſqu'il eſt demi-circulaire, & c'eſt ce qui détermine la forme régulière de l'arc-en-ciel. Dès-lors on doit ſe le repréſenter comme la baſe d'une piramide ronde perpendiculaire, ou, com-

me s'expriment les géomètres, comme la base d'un cone droit qui a pour sommet le centre de l'œil, pour axe la ligne centrale, & pour côté les rayons visuels, tous appuyés circulairement, les uns sur la circonférence extérieure de la bande colorée, où ils font un angle de quarante-deux degrés, les autres sur les circonférences intermédiaires, où ils font divers angles moyens selon la nature des couleurs que nous y appercevons. Ainsi la rondeur de l'iris a deux causes que l'on trouve dans les règles de l'optique. Premièrement la position directe de l'œil du spectateur entre le soleil & le plan de la nuée sur laquelle tombe la ligne centrale, & en second lieu l'égalité des angles sous lesquels on voit sur ce même plan, chacune des couleurs de la bande colorée.

De cette disposition, tant du spectateur, que des objets qu'il considère, il doit résulter une piramide visuelle qui aura pour som-

met le centre de l'œil, pour axe la ligne centrale, pour côté les rayons viſuels, & pour baſe un cercle repréſenté dans le nuage *(a)*.

On ſe fera peut-être quelque difficulté de concevoir l'exactitude de la théorie que nous venons d'établir, ſur ce que l'inégalité connue de la ſuperficie des nuages ſemble contredire les apparences de l'arc-en-ciel, tel qu'il ſe préſente à la vue, ſur un plan parfaitement égal, duquel toutes les couleurs reſſortent à la même diſtance, comme d'une ſurface tout-à-fait unie : quoique l'on ne puiſſe pas douter que les gouttes d'eau dans leſquelles ſe font les réfractions & les réflexions des rayons lumineux ne ſoient à diverſes diſtances, qu'il n'y ait des eſpèces de profondeur dans les nuages & des élévations. Mais ces inégalités ne diminuent

(*a*) *Voyez* les œuvres du P. André, tom. 4. diſcours ſur l'arc-en-ciel. Paris 1767.

rien à la précision de l'optique, les règles en restent toujours les mêmes : ne pouvant pas juger de la position exacte des corps qui sont à quelque éloignement, nous plaçons au même éloignement les corps dont nous ne pouvons pas à la simple vue déterminer la juste distance. Ainsi nous voyons les étoiles & les planètes sur un même plan ; nous rapprochons les corps les plus éloignés de ceux qui sont les plus près : ce sont les objets qui bornent l'horison visible, qui nous font appercevoir & placer sur le même plan d'autres objets qui en sont fort éloignés : c'est pour cela que nous voyons les nuages comme adhérans aux sommets des montagnes, qui bornent la vue du côté où nous les considérons.

Il en est de même par rapport à l'arc-en-ciel, comme nous ne le pouvons appercevoir que sous une distance déterminée de quarante-deux à quarante degrés, toutes ses parties nous paroissent nécessaire-

ment ſur un plan uni & à une diſtance égale. Quiconque aura obſervé avec attention l'arc-en-ciel de Terni, & l'inégalité de la ſurface ſur laquelle il ſe forme, ne doutera pas de ce que nous venons d'avancer, dans les changemens même de poſition qu'y occaſionnent les vents. Quand on en eſt à une diſtance proportionnée, malgré l'inégalité d'épaiſſeur du brouillard, l'arc-en-ciel ſe montre toujours le même. Si on en eſt trop près, les couleurs ſe mêlent, la forme paroît irrégulière, on n'apperçoit plus qu'une lumière indéciſe, qui cependant fatigue plus les yeux de l'obſervateur, que les couleurs les plus brillantes de l'arc-en-ciel lorſqu'il les voit bien formées.

Il arrive encore par un effet d'optique également néceſſaire que ſi l'arc-en-ciel eſt diviſé obliquement par une colline dont la diſtance eſt ſenſible, l'une de ſes branches paroît plus éloignée que l'autre; & c'eſt la poſition de la colline qui

fait cette illuſion : l'horiſon plus découvert du côté qu'elle le laiſſe libre, nous permet de porter les yeux ſur une plus grande étendue dans le fond de laquelle nous croyons voir une des branches de l'arc-en-ciel, tandis que l'autre qui eſt adoſſée à la colline qui rapproche néceſſairement les objets, en bornant le rayon viſuel nous ſemble beaucoup plus voiſine : mais c'eſt une illuſion d'optique qu'il eſt aiſé de concevoir, puiſqu'on ne peut appercevoir les deux branches de l'arc-en-ciel que comme relatives au même ſommet, qui eſt toujours à la hauteur de quarante-deux degrés. C'eſt encore par une ſuite de la poſition des objets, & des effets d'optique qui en réſultent, que l'arc-en ciel paroît plus large à ſa baſe qu'à ſon ſommet, & que la partie inférieure des branches de l'arc, celle qui touche à la ſurface de la terre, nous ſemble plus étendue & diminuer de largeur à meſure qu'elle s'élève. Les rayons lu-

mineux à cette position nous affectent davantage ; les corps obscurs qui sont par derrière, leur donnent une étendue plus apparente, qui n'est qu'une illusion réelle, puisqu'il est démontré que la largeur du cercle coloré est par-tout la même. Cette inégalité devient encore plus frappante à mesure que l'on s'approche du nuage ou du brouillard sur lequel paroît l'iris. C'est ce qui fait que quand onobserve en même-tems deux arcs-en-ciel concentriques, ils paroissent plus éloignés l'un de l'autre à leur sommet qu'aux extrémités de leurs branches qui touchent la terre; différence qui est toute dans l'illusion que fait la manière de voir sur l'imagination du spectateur. La preuve en est que le disque du soleil & celui de la lune nous paroissent plus grands lorsqu'ils sont à l'horison, & qu'ils semblent diminuer de diamètre à proportion qu'ils s'élèvent, quoiqu'ils aient dans tous les instans la même éten-

due. Nous devons conclure de cette apparence habituelle que le cercle que décrit l'arc en-ciel a les mêmes dimensions dans toute son étendue, & que s'il nous paroît plus large à son extrémité inférieure qu'à son sommet, c'est une erreur d'optique occasionnée par le milieu au travers duquel nous le voyons. De-là on peut juger encore pourquoi on ne voit qu'une partie du cercle, & qu'il semble rompu en plusieurs parties. Cela vient, ou de ce que le petit nuage, ou les globules d'eau sur lesquels se doivent réfracter & réfléchir les rayons de lumière sont interrompus, ou ne sont pas également répandus, ni modifiés de même; ou de ce que les rayons du soleil sont arrêtés par quelque nuage, par des pointes de montagne, ou d'autres corps interposés. Les vents peuvent encore produire le même effet en agissant plus sur une partie du nuage que sur une autre. Je viens d'en avoir la preuve (le premier juillet 1770,

à ſix heures du ſoir) ; j'étois ſur une hauteur, j'avois devant moi un nuage épais & fort noir ſur lequel a paru pendant plus de dix minutes une partie de la branche gauche d'un arc-en-ciel avec ſes couleurs les plus vives, ſans qu'on en apperçût le moindre veſtige de l'autre côté ni au ſommet, la cauſe de ce petit phénomène m'a paru être que la pluie tomboit épaiſſe & forte du milieu du nuage & de ſa partie droite, tandis qu'il n'y avoit qu'une bruine légère au côté gauche ; j'étois aſſez près pour faire une obſervation exacte.

§. V.

Arc-en-ciel double.

Très-ſouvent il paroît deux arcs à la fois renfermés l'un dans l'autre autour d'un même centre, ſéparés par un cercle d'ombre, & dont les couleurs ſont diſpoſées en ordre inverſe l'un de l'autre ; beaucoup

plus vives dans l'arc intérieur que dans l'extérieur qui est au-dessus. Nous avons déja rendu compte de la manière dont le célèbre Descartes parvint à connoître comment le second arc se formoit; nous ajouterons ici que les rayons lumineux souffrant dans cette position deux réfractions & deux réflexions, perdant à chacun de leurs passages de l'eau dans l'air, & de l'air dans l'eau une partie de leur éclat, ils doivent nécessairement produire une apparence moins éclatante, des couleurs plus foibles que s'ils n'éprouvoient qu'une seule réflexion. C'est sans doute la cause pourquoi on ne voit pas toujours deux arcs en-ciel en même-tems. Plus les rayons sont foibles, plus la matière sur laquelle ils doivent se réfléchir doit avoir de disposition à les seconder : ainsi un air plus épais, une plus grande quantité de molécules aqueuses, doivent absorber la lumière qu'ils rendroient en d'autres circonstances,

& empêcher qu'ils ne reproduisent aucune sensation qui puisse nous affecter. C'est encore pour ces raisons que le second arc ne se montre quelquefois que sous l'apparence d'un cercle éclairé, dans lequel on ne distingue aucune couleur. La seconde réflexion quant à nous n'a qu'un effet manqué, nous voyons où elle se fait, & nous pouvons seulement juger des causes qui empêchent qu'elle ne soit complette.

Ordinairement les couleurs du second arc-en-ciel sont presque toujours si pâles qu'elles se confondent avec la lumière dont l'atmosphère est éclairée, & qu'on ne peut les distinguer à moins que le fond de l'air ne soit très sombre. C'est pour cette raison qu'on ne voit que rarement deux iris bien colorées, & plus rarement encore trois; car pour la formation de ce dernier arc-en-ciel, il faut nécessairement que les rayons de lumière souffrent trois réflexions dans la goutte d'eau, & deux réfractions; il faut que le

nuage dont la goutte d'eau fait partie ſoit tout-à-fait obſcur & ne réfléchiſſe aucune lumière, que le ſoleil ſoit très-brillant derrière le ſpectateur, & qu'il darde ſans obſtacle ſes rayons ſur le nuage qui lui eſt opposé & d'où tombe la pluie. C'eſt ce qui arrive quelquefois dans ces momens de calme où les vents impétueux qui avoient excité un violent orage, s'appaiſent tout d'un coup. Si le fond de l'horiſon eſt encore couvert de nuées épaiſſes & en diſſolution, & que le ſoleil ſe trouve au-deſſous de la hauteur de quarante-deux dégrés, comme l'air eſt alors auſſi pur & auſſi léger qu'il puiſſe être; il eſt aiſé de remarquer deux arcs-en-ciel & même trois. M. Halley nous apprend qu'il obſerva en même-tems trois iris en 1698, dont les deux premières étoient telles qu'on les voit ordinairement, & la troiſième preſque auſſi bien colorée & auſſi lumineuſe que la ſeconde, dans laquelle les couleurs étoient

diſpoſées de même que dans la première : mais les deux branches de la troiſième traverſoient l'eſpace que laiſſoient entr'elles les deux autres : elle s'appuyoit ſur les deux extrémités de la première, & coupoit la partie ſupérieure de la ſeconde. Ce phénomène ſingulier ſera expliqué plus en détail dans les obſervations particulières que nous rapporterons dans peu.

De tout ce que nous avons déja dit ſur l'arc-en-ciel, il s'enſuit 1°. qu'il eſt parfaitement circulaire dans toute ſa bande colorée, & que ſa largeur eſt par-tout la même ; malgré quelques apparences contraires à cette vérité ; parce que les degrés de réfrangibilité des rayons rouges & violets qui forment ſes couleurs extrêmes ſont toujours les mêmes, & que les bandes d'autres couleurs qui les ſéparent occupent un eſpace égal entr'elles : parce que les rayons de lumière propres à les produire, ou à nous en donner la ſenſation, tombant d'une même

manière sur une surface réfrangible sont différemment rompus : ce qui cause la diversité des couleurs. On sait que les rayons rouges souffrent moins de réfractions que les rayons jaunes, ceux-ci moins que les bleus, les bleus moins que les violets : ces rayons devenus hétérogènes par cette modification nouvelle se séparent les uns des autres, & prennent différentes routes, tandis que ceux qui sont homogènes se réunissent & aboutissent au même endroit. Ce n'est donc que d'une certaine distance, lorsque toutes les bandes de l'arc en-ciel peuvent être vues sous des angles égaux, que les couleurs paroîtront dans leur ordre régulier, & la largeur de l'arc bien égale ; si on le voit de trop près, on n'y distingue plus rien qu'un effet de lumière très-confus. D'une distance convenable les objets vus comme au travers d'un cone, paroissent tous rangés dans un cercle à la plus grande surface de ce cone, or telle est la position de l'œil

du spectateur, il est au sommet de plusieurs cones formés par les différentes espèces de rayons efficaces, & la ligne d'aspect. Sur la surface de celui dont l'angle ou sommet est le plus grand sont les gouttes ou molécules aqueuses où se forment les rayons rouges; les gouttes qui présentent le violet ou le pourpre sont à la superficie du cone qui forme le plus petit angle à son sommet; entre les deux sont les bandes bleues, vertes, jaunes, orangées, qui paroissent dans autant de cones intermédiaires sous des angles de diverses largeurs qui aboutissent au même point. Ainsi se détermine la largeur exacte de toutes ces bandes concentriques qui composent l'arc-en-ciel.

2°. Ce phénomène ne peut être vu que dans la partie du ciel qui est directement opposée au soleil; c'est-à-dire que pour le voir, il faut que le centre du soleil, celui de l'œil du spectateur, & celui de l'arc-en-ciel se rencontrent tous

trois

trois en même-tems dans la même ligne droite, vis-à-vis d'une partie du ciel obſcure dans laquelle il pleuve, ou dans laquelle il ſe trouve un nuage dont les parties intégrantes ſoient diviſées, & dans le même mouvement que les gouttes d'une pluie fine dans le tems de leur chûte, ou agitées de même que les particules aqueuſes qui forment les brouillards épais, tel que celui de la caſcade de Terni. Dans cette poſition, comme le rideau que forment le nuage ou le brouillard s'étend juſqu'à la ſurface de la terre; le ſpectateur placé dans la plaine verra que les deux extrémités de l'arc s'étendent juſqu'à ſon horiſon : mais de quelque façon qu'il apperçoive l'arc-en-ciel, les deux plans, celui du ſoleil & celui de l'arc-en-ciel, ſeront toujours parallèles, & la ligne droite ou centrale dans laquelle il ſe trouve ſera toujours perpendiculaire à l'un & à l'autre.

3°. On ne voit bien l'arc-en ciel

que lorſque la maſſe d'air qui ſe trouve en oppoſition avec le ſoleil eſt chargée de vapeurs ou d'un nuage aſſez épais pour qu'il ne puiſſe renvoyer qu'une très-petite quantité de lumière; ſi ſon éclat étoit plus vif, il feroit trop d'impreſſion ſur l'œil du ſpectateur pour lui permettre de diſtinguer les couleurs de l'iris. C'eſt pour cette raiſon qu'elles paroiſſent d'autant plus vives que la partie de l'horiſon oppoſée au ſoleil eſt plus ſombre & plus opaque : ſi elle devient plus diaphane, les couleurs s'effacent inſenſiblement, la lumière ſe répand davantage & l'arc diſparoît; c'eſt ce que prouve l'obſervation ſuivante, faite à Hildesheim dans la baſſe Saxe. Le 5 juillet 1700, le tems fut très-beau juſqu'à deux heures après midi, que s'étant levé un vent d'oueſt, le ciel ſe couvrit bientôt de nuages, & environ une heure après il tomba une pluie abondante qui dura juſqu'à quatre heures & demie. Les nuages les

plus épais s'étant dissipés du côté du couchant, le soleil reparut, & vis-à-vis à l'est il tomboit une pluie fine qui dura assez long-tems. On vit alors un très-bel arc-en-ciel avec ses couleurs ordinaires, il avoit la forme d'un demi-cercle régulier. Ce phénomène dura plus d'un quart-d'heure dans son éclat tant que cette petite pluie continua de tomber : mais lorsqu'elle eut cessé, que les nuages les plus épais se furent dissipés, les couleurs brillantes de l'iris s'effacèrent peu-à-peu, & on n'apperçut plus à la fin qu'une bande jaunâtre qui s'évanouit bientôt après (*a*).

4°. L'arc-en-ciel se montre d'ordinaire sous la forme d'un demi-cercle, quand le soleil est à l'horison, soit à son lever, soit à son coucher. Ce demi-cercle diminue de grandeur à mesure que le soleil

(*a*) Ephémer. des curieux de la nature, décurie 3. An. 1701 & 1702. Observ. 12.

s'élève, & il augmente à mesure que cet astre s'abaisse, tellement que si le spectateur a le tems de monter sur quelque hauteur considérable, il verra l'arc s'agrandir & s'approcher de la forme circulaire à proportion que le soleil s'abaissera, & que lui-même en avançant sur la montagne, s'élèvera au-dessus de l'horison ; ainsi le centre de l'arc-en-ciel, relativement à son apparence sur l'horison, est toujours proportionné à celui du soleil, il diminue ou augmente de hauteur à mesure que le soleil monte ou descend, & la ligne centrale que nous avons supposée aller du soleil à l'arc-en-ciel par l'œil du spectateur, est une barre inflexible dont les mouvemens & la position sont dirigés par ceux du soleil.

5°. Lorsque l'arc-en-ciel est perpendiculaire à l'horison ; s'il est incliné, relativement à sa hauteur, il fait un angle obtus du côté de l'observateur, s'il est plus abaissé

que le demi-cercle, & un angle aigu s'il eſt plus haut, ce qui eſt toujours reglé par la ligne droite du ſoleil à l'arc, qu'il faut ſans ceſſe avoir préſente à l'idée. Et ſi quelquefois on voit les branches de l'arc-en-ciel poſées à la ſurface de la terre, ſi d'autres fois elles paroiſſent ſuſpendues dans l'air avec le nuage, c'eſt parce qu'on n'obſerve les apparences de l'iris que dans l'endroit où il pleut; mais ſi le nuage eſt aſſez étendu pour occuper un eſpace plus grand que la portion viſible du cercle, & que les parties intégrantes ſoient modifiées de la maniere que nous avons établi qu'elles doivent l'être, on verra un arc-en-ciel qui ira juſqu'à terre; s'il y a des interruptions, ſi les gouttes de pluie ſont trop épaiſſes, tombent trop précipitamment, ou il n'y aura point d'arc-en-ciel, ou l'on n'en verra que des parties ſéparées les unes des autres, dans quelques intervalles où la pluie eſt moins forte, quoique le nuage ſoit

aussi obscur, & en apparence aussi épais. Mais quelque portion de cercle que l'arc-en-ciel décrive, il répond toujours au plus ou moins d'étendue de la surface du cône qui est au-dessus de celle de la terre, quand il paroît, dont la hauteur augmente ou diminue suivant que la ligne d'aspect est plus ou moins inclinée à l'horison, ce qui dépend de l'élévation actuelle du soleil.

6°. Ainsi la hauteur de l'arc-en-ciel lorsqu'il forme un demi-cercle répond à un arc d'environ quarante-deux degrés, d'où il s'ensuit que cet arc est la mesure de l'angle que fait la ligne centrale au sortir de l'œil, avec tous les rayons visuels qui aboutissent à la plus grande circonférence de l'iris; & dès-lors si le soleil est de plus de quarante-deux degrés au-dessus de l'horison, on ne verra plus d'arc-en-ciel. Lors donc que cet astre parcourt les signes méridionaux, c'est-à-dire de l'équinoxe d'automne à celui du prin-

têms, il n'y a aucune heure dans le jour à laquelle, tant que le ſoleil eſt ſur l'horiſon, on ne puiſſe voir l'arc-en-ciel : au contraire lorſqu'il parcourt les ſignes ſeptentrionaux, ſa hauteur dans la plus grande partie du jour étant au-deſſus de quarante-deux degrés, il ne peut ſe former d'iris. Quant à la diſtance de l'œil au plan de l'arc-en-ciel, elle ne peut guère excéder un mille d'Italie, ou environ mille pas géométriques, hauteur ordinaire des nuages, ainſi que l'a très-bien établi le jéſuite Riccioli, ſavant aſtronome italien ; comme nous l'avons rapporté dans le tome cinquième de cette hiſtoire, diſcours huitième, §. 19, lorſqu'il a été queſtion de déterminer la hauteur relative des nuages.

7°. Comme on ne peut voir l'arc-en-ciel que ſous les mêmes angles, il doit paroître devancer ceux qui le ſuivent, & ſuivre ceux qui s'en éloignent, tant que le ſoleil ſur l'horiſon envoie ſes rayons ſur une

ſurface diſpoſée à rendre les mêmes apparences : alors on s'appercevra qu'à meſure qu'on s'éloigne du nuage ſur lequel l'iris eſt formée, la baſe du cône, ou la largeur du cercle devient plus étendue; qu'au contraire ſes extrémités ſe rapprochent à meſure qu'on avance vers la partie du ciel où paroît l'iris. Sa ſituation apparente eſt donc très-certainement relative à l'axe de viſion de chaque obſervateur; car ſi on remarque les corps ſur leſquels l'arc-en-ciel paroît appuyé, & ſi on change de place, on en voit l'axe dans une ſituation différente reſpectivement à ces mêmes corps. Ainſi deux perſonnes ne voient pas exactement le même arc-en-ciel, & il n'eſt pas étonnant que quoiqu'elles conſidèrent le même phénomène dans le même tems & à une diſtance médiocre l'une de l'autre, elle le voient avec des accidens variés; ce qui ne doit jetter aucun doute ſur la vérité de leurs rapports, ſi d'ailleurs elles

ſont capables de bien obſerver.

Cependant, malgré ce que nous avons dit plus haut n. 6, ſur le tems auquel ſe forment les arcs-en-ciel, il eſt probable qu'on peut le voir, mais renverſé, lorſque le ſoleil eſt à plus de quarante-deux degrés de hauteur ſur l'horiſon. Plaçons le ſpectateur ſur une haute montagne entre le ſoleil au-deſſus de lui, & une nuée épaiſſe au-deſſous, dont la partie inférieure ſeulement ſeroit modifiée de façon à réfléchir les rayons lumineux qui la frapperoient, avec les couleurs de l'iris; alors la ligne centrale ſuppoſée toujours la même du ſoleil à ce nuage, par l'œil du ſpectateur, aboutiroit ſur un demi-cercle renverſé, ou une moitié de couronne dont toute la partie ſupérieure ſeroit effacée. Nous parlerons dans la ſuite de cette modification ſingulière de la lumière.

On voit de même un arc renverſé ſi les rayons du ſoleil venant à tomber ſur la ſurface d'un lac

dont les eaux ſont tranquilles, vont ſe réfléchir ſur un brouillard ou ſur un nuage à pluie qui ſe trouve à une diſtance convenable. On conçoit que les couleurs en ſont plus foibles que celles de l'arc-en-ciel ordinaire, parce que, comme dans le ſecond arc-en-ciel dont nous avons parlé plus haut, elles ne ſont que l'effet de la première réflexion des rayons lumineux qui ſe fait ſur la ſurface du lac, alors le ſpectateur doit être placé ſur le lac entre l'image du ſoleil qui en eſt vivement réfléchie, & le nuage ſur lequel paroît l'arc-en-ciel.

On voit encore ſous un ciel fort ſerein, & ſans aucune obſcurité apparente dans l'air, un arc renverſé ſe former le matin ſur les prairies humectées d'une roſée abondante, ou d'une pluie légère qui a laiſſé les herbes chargées d'une multitude de petites gouttes d'eau. Comme la force de l'évaporation excite un mouvement de fermentation dans toute cette matière

aqueuſe, elle ſe diviſe en parties preſque inſenſibles, qui s'élèvent à quelque hauteur, & produiſent un brouillard léger : la partie inférieure du cône que forme la lumière venant à aboutir ſur toutes ces gouttes, y fait paroître une iris quelquefois très-brillante qui ſemble renverſée, & dont les deux branches ne décrivent avec le centre qu'un angle fort obtus qui ſe rétrécit, & dont les couleurs s'éteignent à meſure que le ſoleil s'élève & que l'humidité de la prairie ſe diſſipe. Ce phénomène eſt plus rare que l'arc-en-ciel ordinaire, mais il eſt peint des couleurs les plus éclatantes.

On peut dire la même choſe de ces météores légers, qui brillent des couleurs les plus vives, & ſe forment ſur les gouttes d'eau de mer, que le vent emporte comme une pluie fort menue, comme une pouſſière fine, telle que nous l'avons décrite, en parlant de la caſcade de Terni, lorſque deux vagues ſe briſent en

ſe choquant. Si l'on regarde ces iris momentanées d'un lieu élevé, comme du deſſus d'un cap, ou ſeulement du haut des mâts, elles paroiſſent renverſées ; & ſi dans le même tems, comme on l'a obſervé quelquefois, un nuage qui paſſe au-deſſus ſe réſout en pluie fine, il ſe forme une ſeconde iris dont les extrémités paroiſſent ſe réunir avec celles de l'iris renverſée, & l'on voit pendant un moment un cercle peint des mêmes couleurs. Cet arc-en-ciel marin ne paroît que lorſque la mer eſt extrêmement tourmentée, & que le vent agitant la ſuperficie des vagues qu'il diviſe en parties très-atténuées, fait que les rayons du ſoleil qui tombent deſſus s'y rompent & y produiſent les mêmes couleurs que dans les gouttes de pluie légères qui ſortent des nuages ; mais les couleurs y ſont moins vives, moins diſtinctes, & durent moins que celles de l'arc-en-ciel ordinaire, & on n'y diſtingue qu'avec peine plus

de deux couleurs, ſavoir le jaune du côté du ſoleil, & un verd pâle du côté oppoſé. Ces arcs ſont nombreux, on en voit ſouvent vingt ou trente à la fois : ils paroiſſent autant à midi qu'à toute autre heure du jour, & toujours renverſés. Il eſt ſenſible qu'ils ſont l'effet de l'image du ſoleil réfléchie ſur une onde très-agitée, & qui produit autant d'apparences ſimultanées que l'on peut appercevoir en même tems de faiſceaux de molécules aqueuſes ou de petits brouillards, qui s'élèvent d'eſpace en eſpace, au-deſſus des flots qui ſe heurtent & ſe briſent avec le plus de violence.

Il eſt poſſible encore de voir l'arc-en-ciel, même après que le ſoleil eſt couché : voici ce qu'en rapporte Muſſenbroek, §. 2445. Edwards nous a donné la deſcription d'une iris ſingulière qu'il obſerva le 5 Juin 1757. Le ſoleil étant déja couché, le ciel parut ſombre, & couvert de nuages vers la partie du ciel qui eſt au couchant d'été. Sur ce côté obſcur oppoſé au ſoleil, paroiſſoit

un arc plus élevé qu'on n'a coutume d'en voir au-dessus de l'horison : il formoit une demie-circonférence, ses branches n'atteignoient point la surface de la terre; mais il étoit orné des mêmes couleurs que les iris ordinaires, quoiqu'elles fussent moins vives. A mesure que le soleil s'abaissoit sous l'horison, cet arc s'élevoit par degrés, ce qui continua de même jusqu'à ce qu'il disparut. Il n'étoit point tombé de pluie pendant l'après-midi de ce jour, & on n'en voyoit aucune apparence dans toute l'étendue de l'horison; de sorte que cet arc-en-ciel fut formé seulement sur des vapeurs aëriennes, par les rayons du soleil qui s'y réfléchissoient.

Les observations faites sur l'arc-en-ciel de la cascade de Terni, & sur la cataracte du fleuve de saint Laurent, doivent donner une idée de la manière dont le nuage leger étoit modifié, & dont les vapeurs aëriennes peuvent l'être fort souvent. Toutes les molécules aqueu-

ſes qui compoſent ces corps legers qui flottent dans l'atmoſphère, ſont alors dans un mouvement qui les tient ſéparées les unes des autres, tel qu'eſt celui de la pluie fine ; & dès-lors elles ſont également propres à réfracter & à réfléchir les rayons lumineux qui viennent les frapper. Ce qu'il y a de ſingulier dans l'obſervation d'Edwards, c'eſt que l'arc coloré dont il parle, ne parut qu'après le coucher du ſoleil, & dura aſſez long-tems : ce qui ſuppoſe qu'il étoit à une très-grande élévation, & que le nuage ſur lequel il étoit peint continua d'être modifié de même tout le tems qu'il put recevoir les rayons du ſoleil. Ne peut-on pas encore concevoir comment l'action du ſoleil dans cette ſaiſon eſt capable de conſerver cette modification & ce mouvement dans les vapeurs aqueuſes qui ſe trouvent réunies à une certaine hauteur ?

La matière aërienne peut encore être modifiée de façon qu'il ſe for-

me des météores qui repréſentent non-ſeulement des arcs-en-ciel, mais des cercles complets, colorés comme l'iris, tels qu'on les verroit ſi l'on ſe trouvoit dans une poſition aſſez élevée pour porter ſa vue bien au-delà de la partie de l'horiſon ſur laquelle l'arc-en-ciel paroît appuyé. On en peut juger par le phénomène ſuivant. Le 7 Juin 1728, on obſerva depuis dix heures du matin juſqu'à midi un cercle de lumière qui avoit le ſoleil pour centre : c'étoit une eſpèce d'arc-en-ciel dont les couleurs, à les prendre de la circonférence extérieure du cercle, étoient dans cet ordre; un rouge très-foible, un jaune lavé, un verd terminé par un cercle blanc : à midi le dedans du cercle paſſa par le zénith, & comme le ſoleil étoit alors élevé ſur l'horiſon de 69 degrés, 29 minutes, le rayon du cercle qui l'environnoit devoit être de 20 degrés, 31 minutes. Le ſoleil étoit ce jour-là couvert de vapeurs, (*mém. de l'ac. des ſciences, an.* 1729, *hiſt. pag.* 2.)

ce qui empêcha ſans doute que les couleurs de cette iris complette ne paruſſent dans tout leur brillant, c'eſt que le fond ſur lequel les rayons du ſoleil ſe réfléchiſſoient n'étoit pas aſſez obſcur, & que les rayons avoient peu d'éclat & de force, l'air étant rempli de vapeurs ſenſibles.

§. VI.

Obſervations particulières ſur quelques Arcs-en-ciel remarquables.

Quelques obſervations que nous allons rapporter, tirées des ſources les plus certaines, jetteront un nouveau jour ſur la théorie du météore dont nous écrivons l'hiſtoire : nous nous arrêterons de préférence à celles qui auront le plus de ſingularités à nous offrir. L'arc-en-ciel paſſoit chez les anciens pour un des effets les plus inexplicables de la nature. Le peu de conjectures qu'ils ont formées à ce ſujet, eſt ſi éloigné des découvertes faites dans le

treizième siecle par Albert le Grand & Vitellion, continuées depuis par Descartes, Gassendi, & Neuton, que nous ne nous y arrêterons plus. Les nouvelles expériences faites à la suite de ces découvertes, rendent ce phénomène aussi facile à concevoir, que les explications que ces illustres modernes en ont données sont lumineuses & précises.

L'arc-en-ciel singulier dont nous allons parler, fut observé le 8 Août 1743, entre six & sept heures du soir par M. Celsius, Professeur d'Astronomie à Upsal, dans la paroisse de Husbi, dans la partie méridionale de la Dalécarlie, entre les villes de Fahlun & de Hedmora, sur la rive gauche de la Dale, rivière d'où la province tire son nom, & qui sort de la chaîne de montagnes qui séparent la Suéde de la Norvége à peu près au soixantième degré de latitude. Voici ce qui en est rapporté dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, an. 1743, pag. 35. « Imaginez un

» arc-en-ciel ordinaire dont les » deux branches aussi distinctes & » aussi colorées que son sommet » appuyent sur l'horison ; ce sera, » comme on peut le juger par la » hauteur que le soleil devoit avoir » alors au lieu de l'observation, un » arc beaucoup moindre que le de- » mi-cercle, accompagné de son se- » cond, de cet arc extérieur & con- » centrique, qui paroît souvent en » même tems, teint des mêmes cou- » leurs, quoique un peu moins vi- » ves que celles du premier ou prin- » cipal, & toujours en ordre inver- » se. » Ce n'est encore-là que ce que l'on a coutume de voir. Mais si d'un point pris comme centre sur la flèche du premier arc, & autant au-dessus de l'horison que le centre de cet arc est au-dessous, vous décrivez un cercle ou troisième arc qui parte de l'horison & des mêmes points que le premier ; de manière que, s'ouvrant de-là, & s'élevant au-dessus des deux autres, il coupe le second à droite & à gauche, &

vienne se former en ceintre au-dessus du second, vous aurez le phénomène de M. Celsius. Remarquons encore avec lui que la distance du sommet de cet arc excentrique, plus grand que le demi-cercle, étoit la même au-dessus du sommet du second, que la distance du second au premier; que ses couleurs à-peu-près aussi vives dans tout son limbe que celles du second, devenoient blanchâtres, indécises & confuses au point d'intersection avec le second, & sur l'horison avec le premier, qu'il ne dura tout au plus qu'un quart-d'heure. M. Celsius ne nous dit pas si les deux autres subsistèrent plus long-tems, ce qui pourroit cependant être ici de quelque conséquence; mais il ajoute qu'il n'eut pas plutôt apperçu ce phénomène, qu'il se saisit du premier instrument qui se présenta sous sa main, pour prendre la hauteur du soleil, & qu'il la trouva de onze degrés trente minutes. Ainsi l'on pouvoit, continue-t-il, regar-

der ce troisième arc comme un arc-en-ciel ordinaire formé par les rayons d'un second soleil supposé à onze degrés trente minutes sous l'horison; car, ainsi que nous l'avons établi plus haut, le centre des arcs-en-ciel ordinaires se trouve toujours sur un axe commun avec l'œil du spectateur & le soleil qui est à l'opposite.

Les arcs-en-ciel excentriques sont donc très-rares, nous ne sçavons pas qu'on en ait observé plus de deux ou trois depuis près d'un siecle, encore n'y en a-t-il qu'un dans ce petit nombre qui soit entier, & qu'on puisse comparer à celui dont nous venons de parler : rapprochons-les l'un de l'autre, & cherchons la cause vraisemblable de leur génération.

On lit dans les transactions philosophiques que M. Halley étant à Chester en 1698, y observa le 17 Août entre six & sept heures du soir, un arc-en-ciel, en tout le même que celui de M. Celsius,

excepté que l'excentricité du troisième arc étoit beaucoup moindre, son sommet ne faisant que se confondre avec le limbe & le sommet du second arc. D'où peut venir cette excentricité qui semble sortir de la théorie connue? M. Halley trouve la cause de cet arc excentrique, dans la réflexion des rayons du soleil, qui tomboient sur la rivière de Dée, qui passe à Chester.

De même dans l'observation de M. Celsius, il est certain que les rayons du soleil tomboient alors sur la rivière de Dale, qui, selon la position donnée & l'heure du phénomène, devoit se trouver entre le soleil & l'observateur. Supposons-la tranquille, & n'oublions pas le second soleil que M. Celsius imagine être autant au-dessous de l'horison que le véritable étoit au-dessus, & on va voir que tout s'accorde avec l'hypotèse & les deux observations. Si du centre de l'arc excentrique qui coupe le double arc-en-ciel de M. Celsius, on mène

une ligne droite au point réfléchiſſant de l'eau, & qu'on prolonge cette même ligne ſous l'horiſon vers le ciel inférieur, il eſt évident par l'égalité des angles de réflexion & d'incidence, qu'elle ira rencontrer le ſoleil fictice que nous y avons placé, & que ce troiſième arc ſeroit préciſément le même dans l'un & dans l'autre cas à quelque dégradation de couleurs près, que celui qui eſt réfléchi par l'eau. De plus, le jour de l'obſervation de M. Halley, à la même heure du ſoir, donne le vrai ſoleil moins haut ſur l'horiſon, & le ſoleil fictice moins bas au-deſſous que l'obſervation de M. Celſius, non-ſeulement parce que la déclinaiſon ſeptentrionale du ſoleil étoit moins grande le 17 Août que le 8 du même mois, mais encore parce que la latitude de Cheſter eſt moins avancée d'environ ſept degrés, que celle des parties les moins ſeptentrionales de la Dalécarlie. Or, comme on l'a prouvé, l'arc-en-ciel

ordinaire doit être vu d'autant plus bas & plus petit, que le ſoleil réel eſt plus élevé ſur l'horiſon, & par l'inverſe, notre troiſième arc doit être vû d'autant plus haut & plus grand que les rayons du ſoleil imaginaire, ou ce qui revient au même, ceux réfléchis par la ſurface de l'eau partent de plus bas & forment un plus grand angle avec l'horiſontal; c'eſt pour cela que le troiſième arc de M. Halley a dû être vû moins haut & plus petit que celui de M. Celſius, & l'un & l'autre ont dû paroître tels que ces obſervateurs les repréſentent.

Le ſecond renverſement des couleurs dans ce troiſième arc où elles ſont rangées dans le même ordre que dans le premier, ne ſera pas moins une ſuite néceſſaire de cette génération : les couleurs y ſeront auſſi plus lavées, & telles qu'on les y voyoit en effet, ayant ſouffert une diſſipation de lumière de plus par la réflexion, comme celles du ſecond arc auquel M. Celſius les a comparées.

La

La premiere idée de cette production des arcs excentriques semble être dûe à M. Etienne, Chanoine de Chartres, qui, après avoir décrit un arc-en-ciel ainsi coupé par une espèce de chevron rompu & circulaire, de même nature & plus foible en couleur que l'arc-en-ciel primitif, remarque que, lorsqu'il fit son observation, la rivière d'Eure, qui passe à Chartres, dont le cours est du midi au nord, se trouvoit entre lui & l'iris, à son niveau, environ à cent cinquante pas au-delà. Cette observation, faite le 10 Août 1665 à six heures & demie du soir, fut insérée l'année suivante dans le journal des Sçavans, & les transactions philosophiques.

Il suit de ce que nous venons de rapporter & de l'hypothèse si elle est conforme aux loix de la nature, qu'on pourroit se procurer assez souvent la vûe du phénomène observé par M. Celsius, en se plaçant comme il convient pour le faire

naître, ou pour le voir, dans les circonstances favorables d'un arc-en-ciel marqué, d'un soleil brillant & d'une eau tranquille. Il paroît d'ailleurs assez indifférent qu'on se place entre le soleil & le point réfléchissant de l'eau, ou entre ce point & l'arc-en-ciel, puisqu'on vient de voir par l'observation de M. Etienne, & par celle de M. Celsius, que le phénomène a lieu dans l'une & l'autre position. M. Halley, supposé du même côté que la ville de Chester, étoit dans le cas de M. Celsius, se trouvant de même vers le couchant entre la rivière & le soleil; si on en juge par l'évènement, c'est la circonstance la plus favorable pour l'observateur. » Nous n'ajouterons rien à cette observation exposée d'une maniere si lumineuse, & qui est rendue plus sensible encore par différens phénomènes de cette espèce dont nous avons parlé dans la section précédente.

§. VII.

Variétés de l'arc-en-ciel.

Comme l'arc-en-ciel eſt un phénomène très-commun, lorſqu'il en paroît, on s'attache rarement à l'obſerver avec des yeux philoſophiques. Cependant une attention réfléchie y feroit trouver pluſieurs variétés dignes de remarque, & dont les obſervations réunies conduiroient à donner des explications ſatisfaiſantes de pluſieurs de ces ſingularités. Il y en a quelques-unes dont la cauſe n'eſt pas difficile à reconnoître; telles que ſont celles que produiſent les vents, qui changent ſouvent la courbure de l'arc, & la poſition de ſon centre; ſoit par leur action ſur le nuage où il paroît, ſoit parce qu'ils changent la forme ordinaire des gouttes d'eau.

Ainſi les arcs-en-ciel ne ſont pas toujours ſemblables entr'eux, ils

paroiſſent quelquefois plus larges & entourés d'un plus grand nombre de cercles colorés. Langwith en a obſervé pluſieurs en Angleterre de cette eſpece, parmi leſquels il en vit un dans lequel il remarqua 1°. le rouge, l'orangé, le jaune, le verd, le bleu pâle, le bleu foncé, le pourpre : ces couleurs étoient ſuivies ; 2°. le verd clair, le verd foncé, le bleu ; 3°. une bande verte & pourprée ; 4°. une autre bande verte & légérement pourprée.

En 1748 Duval vit une iris principale, brillante de ſes couleurs ordinaires, à laquelle étoient joints en même tems d'autres arcs colorés. 1°. Un arc verd tirant ſur le jaune, un arc d'un verd plus foncé, & un pourpré ; 2°. un arc verd avec un arc pourpré ; 3°. un arc pourpré & un tirant ſur le verd qui ſe ſuccédoient l'un à l'autre.

Muſſenbroek (§. 2438) dit qu'il obſerva dans le mois de juin 1751, l'après-midi, deux arcs-en-ciel ;

l'extérieur ou celui que l'on appelle ſecondaire, ne préſentoit rien d'extraordinaire. Le principal ou l'intérieur avoit ſes couleurs liées enſemble & contiguës ſans être ſéparées par aucun intervalle, elles étoient extrêmement foncées & diſpoſées dans l'ordre qui ſuit : rouge, orangé, jaune, verd, bleu, pourpre & violet; enſuite une autre zone formée de verd, bleu, pourpre & violet. Le 11 ſeptembre 1755, il obſerva deux iris, une principale & une ſecondaire ; les couleurs de la première étoient dans cet ordre : 1°. rouge, orangé, jaune, verd, bleu, pourpre, violet : 2°. verd, pourpre : 3°. verd, pourpre, pâle; toutes ces couleurs étoient diſpoſées ſelon des arcs concentriques adhérens les uns aux autres ; de ſorte que cette iris principale étoit beaucoup plus large que celles que l'on voit communément.

On lit dans les mémoires de l'académie des ſciences, (*année* 1757) que l'on obſerva à Paris, quelque tems

avant le coucher du soleil, sur le quai des *Tuilleries* en allant au Pont-Royal, l'extrémité d'un arc-en-ciel vers l'orient d'été qui étoit remarquable, en ce qu'après le violet, il y avoit un petit espace sans couleur de la largeur du verd & du bleu pris ensemble ; ensuite il paroissoit une zone verte très-sensible, aussi colorée que le verd de l'arc.

Le 18 novembre 1756 sur les dix heures du matin, on vit à Paris un arc-en-ciel double tel qu'il paroît ordinairement ; mais les couleurs de l'arc intérieur n'avoient pas autant de vivacité qu'elles ont coutume d'en avoir : après le bleu on ne distinguoit presque point le violet, que l'éclat des nuées obscurcissoit sans doute. Mais on voyoit très-distinctement deux autres grands arcs au-dessous l'un de l'autre, dont le premier touchoit immédiatement au violet de l'arc intérieur : ils étoient bleux, & de la même vivacité qu'étoit celle du

bleu de l'arc intérieur. L'eſpace dans lequel ils étoient renfermés étoit à peu près de la même étendue que l'arc intérieur.

M. Bouguer a vu pluſieurs fois ce météore ſe préſenter ſous les mêmes apparences, ſur la Cordillère du Pérou, où le ciel eſt quelquefois de la plus grande ſérénité : » il m'a toujours paru, dit-il, qu'il » falloit que cette condition fût » remplie du côté du ſoleil, & qu'il » étoit encore plus néceſſaire que » le ciel fût tout-à-fait obſcur du » côté oppoſé. Les couleurs du ſe- » cond arc étoient dans le même » ordre que celui du premier, & » le rouge du ſecond étoit bien ſé- » paré du violet de l'autre ; de ſorte » que ces deux arcs étoient mieux » diſtingués que lorſqu'ils ont été » depuis obſervés par M. Langwith. » M. Bouguer croyoit même avoir encore apperçu quelques legers veſtiges d'un troiſième arc qui étoit immédiatement en-dedans du ſecond. Il ſeroit important

de savoir si l'habile observateur vit ce météore avec les singularités qui le distinguent des autres, sans changer de place, & toujours sous le même angle.

La raison de ces phénomènes, est que les rayons qui partent du soleil ne sont point parallèles comme dans les iris ordinaires, mais qu'ils sont un peu convergens, parce qu'ils passent entre les espaces de quelques nuages legers, qui se trouvent dans la ligne qu'ils décrivent du soleil à la surface obscure sur laquelle ils se réfléchissent. Alors la réfraction & la réflexion ne se faisant plus par des intervalles égaux, il se trouve nécessairement un espace entre les deux bandes colorées de l'iris : ou les rayons étant affoiblis par leur passage dans les nuages, ils ne se réfractent & ne se réfléchissent plus de manière à produire des couleurs aussi vives & aussi variées que celles de l'arc-en-ciel ordinaire ; ce qui fait que le spectateur voit en même tems tou-

tes ces variétés, c'eſt que les rayons partant du commencement de la ligne droite ou centrale qui va du ſoleil au nuage par l'œil du ſpectateur, ils aboutiſſent à l'autre extrémité de cette même ligne, mais plus affoiblis.

Ces arcs colorés, qui paroiſſent adhérens à la partie inférieure de l'iris principale, n'ont pas coutume d'occuper une grande partie de l'eſpace renfermé entre les deux branches de l'iris ; ce qui vient, ſuivant Muſſenbroek, (§. 2439) de ce que lorſque les gouttes d'eau ſont un peu deſcendues, elles ne ſont plus alors frappées par des rayons convergens du ſoleil, mais par des rayons parallèles qui ne ſont pas propres à occaſionner des ſingularités dans le phénomène. Dans ce cas ces rayons ne peuvent produire qu'une iris ordinaire, ſavoir celle que nous regardons comme principale : mais n'eſt-il pas auſſi vraiſemblable que les gouttes d'eau, changeant de modification,

ne ſont plus propres à donner les mêmes apparences ; & que, lorſque s'étant réunies dans le mouvement de leur chute, elles ſont devenues plus groſſes, & tombent dans une direction perpendiculaire, elles n'ont plus cette agitation irrégulière, en tout ſens, que nous avons reconnu être l'état le plus propre à produire les arcs-en-ciel les mieux colorés & les plus réguliers. Ajoutons encore que les différens milieux que les rayons ſolaires ont à traverſer & qui varient ſuivant les climats & les viſciſſitudes de l'atmoſphère, doivent occaſionner une multitude de variétés dans le même phénomène. Car il n'eſt pas douteux que ſes teintes diffèrent beaucoup d'une région à l'autre ; qu'elles ne ſont pas les mêmes dans les terres polaires que ſous la zone torride ; mais qu'un obſervateur, qui auroit fait ſes remarques dans ces deux climats oppoſés, pourroit dans la zone tempérée retrouver en différens tems

les mêmes accidens qu'il auroit observé dans les régions extrêmes. On en pourra juger par les deux exemples que nous en allons donner.

M. l'abbé Outhier étant à Pello dans la Laponie Suédoise le 28 juillet 1736 à soixante-six degrés de latitude boréale, observa trois arcs-en-ciel à la fois : il étoit à un demi-degré du cercle polaire sur une montagne, ayant un lac derrière lui, circonstances essentielles & qu'il ne faut pas oublier. Il mesura la hauteur des trois arcs-en-ciel, c'est-à-dire la distance de leurs sommets au plan de l'horison. Il trouva celle du premier de vingt-quatre degrés, celle du second de trente-cinq, & celle du troisième de quarante-quatre. Les deux premiers n'avoient rien d'extraordinaire quant à leur position ; ils étoient concentriques ; ils avoient les mêmes couleurs, mais rangées en sens contraire, comme elles devoient l'être, & ce n'étoient que des arcs plus petits qu'un demi-

cercle ; ce qui devoit être ainsi, puisque le soleil à sept heures & demie du soir, devoit être encore à peu près à seize degrés de hauteur sur l'horison, dans une latitude où le 18 de juillet le jour est d'environ vingt-trois heures.

Le troisième arc-en-ciel est le seul extraordinaire ; il étoit beaucoup plus grand qu'un demi-cercle, quoique le soleil fût encore assez haut sur l'horison ; il prenoit son origine aux deux extrémités de la ligne horisontale qui soutenoit le premier, & il coupoit le second en deux points opposés à la hauteur d'environ vingt-quatre degrés. Les couleurs étoient dans le même ordre que celles du premier, le violet au-dessous, le jaune au-dessus, le verd entre deux. C'est ainsi que M. l'abbé Outhier place les couleurs ; il ne parle point des trois intermédiaires, non plus que de la bande rouge éclatante qui devoit terminer l'arc par le haut ; c'est à la bande la plus basse qu'il

a pris les mesures des arcs, sans avoir égard à l'épaisseur de la bande colorée.

Par les principes que nous avons posés plus haut, il est évident que les rayons directs du soleil ne peuvent avoir été la cause du troisième arc-en-ciel qui étoit plus grand qu'un demi-cercle. Mais l'observateur étoit sur une montagne, ayant un lac derrière lui : les rayons du soleil venoient donc peindre son image sur la surface de ce lac comme dans un miroir, ils en étoient réfléchis par-dessus la montagne & par le côté, vers le nuage qui se résolvoit en pluie, & devoient par conséquent produire un effet semblable à celui des rayons directs du soleil s'il eût été dans l'horison ou tant soit peu au-dessous.

Ce phénomène est rare, & mérite qu'on y fasse une attention particulière. On demandoit autrefois pourquoi il ne paroissoit jamais plus de deux arcs-en-ciel en mê-

me tems. Descartes, dans son discours sur les météores (c. 8, art. 14.) a reconnu la possibilité d'un troisième arc, sur ce qu'on lui avoit dit qu'on l'avoit quelquefois observé ; il a même expliqué comment il pouvoit se former : mais comme il supposoit ces trois arcs concentriques, & à une égale distance les uns des autres, conformément aux principes qu'il avoit puisés dans ses expériences, le phénomène observé par M. Outhier conserve tout le piquant de sa nouveauté & de sa singularité; car il n'est pas le même que ceux vûs par M. Halley & Celsius; il diffère dans ses causes & dans ses accidens, ainsi qu'on peut s'en convaincre, en comparant les rapports qui en ont été faits avec celui-ci.

Si des terres polaires nous passons sous l'équateur, nous verrons ce même météore paroître sous une forme variée, & qui ne mérite pas moins d'attention : peut-être ne regardera-t-on pas le phénomène

dont nous allons parler comme un arc-en-ciel proprement dit ; cependant il y a tant de rapport, il est produit par des causes si semblables, que nous nous croyons bien fondés à le regarder comme un arc-en-ciel local d'une espèce particulière. Voici le récit qu'en ont fait deux habiles astronomes, M. Bouguer de l'académie royale des sciences, & M. d'Ulloa Officier des vaisseaux du roi d'Espagne, tous deux envoyés pour mesurer la grandeur du degré sous l'équateur.

Ils étoient sur la montagne de Pambamarca, l'une des plus élevées des Andes. » Un matin au » point du jour, les rayons du so» leil venant à dissiper un nuage » épais dont toute cette montagne » étoit enveloppée, & ne laissant » que de légères vapeurs que la » vue ne pouvoit discerner, nous » apperçumes du côté opposé au » lever du soleil à neuf ou dix toi» ses de nous, une sorte de mi» roir où la figure de chacun de

» nous étoit représentée, & dont
» l'extrémité supérieure étoit en-
» tourée de trois arcs-en-ciel. Ils
» paroissoient tous trois au même
» centre, & les couleurs extérieu-
» res de l'un touchoient aux cou-
» leurs intérieures du suivant. Hors
» des trois on en voyoit un qua-
» trième à quelque distance, mais
» de couleur blanchâtre; tous les
» quatre étoient perpendiculaires à
» l'horison. Nous étions six ou sept
» personnes ensemble; lorsqu'un
» de nous alloit d'un côté ou de
» l'autre, le phénomène le suivoit
» sans se déranger, c'est-à-dire
» exactement & dans la même po-
» sition; & ce qui surprit encore
» plus, chacun le voyoit pour soi
» & ne l'appercevoit point pour les
» autres. La grandeur du diamètre
» de ces arcs varioit successivement,
» à mesure que le soleil s'élevoit
» sur l'horison, en même tems les
» couleurs disparoissoient, & l'i-
» mage de chaque corps diminuant
» par degrés, le phénomène ne fut

» pas long-tems à s'évanouir. »

» Le diamètre de l'arc intérieur » pris à la dernière couleur étoit » d'abord d'environ cinq degrés & » demi ; celui du ſecond de onze, » du troiſième de dix-ſept, & ce- » lui de l'arc blanchâtre ſéparé des » autres de ſoixante-ſept degrés. » Lorſque le phénomène avoit com- » mencé, les arcs avoient paru de » figure elliptique, comme le diſ- » que du ſoleil ſemble l'être lorſ- » qu'il ſe leve ; enſuite & peu à » peu, ils devinrent parfaitement » circulaires. Chaque petit arc étoit » d'abord rouge ou incarnat ; à » cette couleur l'orangé ſuccéda, » à celle-ci le jaune, enſuite le » jonquille, & enfin le verd, la » couleur extérieure de tous les arcs » demeura rouge. » Nous n'avons fait que rapporter le récit de M. d'Ulloa. M. Bouguer, qui, dans la relation de ſon voyage au Pérou, parle de ce même phénomène, y ajoute d'autres circonſtances dont nous avons parlé plus haut au tome

cinquième de cette hiſtoire, page 358, lorſque nous avons expliqué la forme des nuages. Nous ajouterons ſeulement ici pour donner une explication plus préciſe de ce rare phénomène, que l'arc intérieur coloré fut vu dans ſon entier, parce que le ſpectateur étoit placé ſur le ſommet d'une très-haute montagne, & que le ſoleil étoit à ſon lever : dans toute autre poſition on ne peut voir qu'une demi-circonférence de l'iris, lorſque le ſoleil eſt à l'horiſon, & que l'obſervateur eſt dans ſon plan.

Les trois iris furent toutes les trois principales & de différentes grandeurs, ce qui pouvoit venir de ce que les rayons du ſoleil qui pénétroient le brouillard, & qui ſe réfractoient dans les molécules aqueuſes dont il étoit formé, étoient réfléchis de la partie poſtérieure de ces molécules vers la partie antérieure, & ſe réfractoient en ſortant de la même manière que lorſqu'ils forment des iris princi-

pales; & de ce que les parties ſupérieures de ce nuage leger, étant plutôt éclairées des rayons du ſoleil que les parties mitoyennes ſe raréfioient plus promptement; ce qui, arrivant de même aux parties mitoyennes avant les inférieures, occaſionnoit les différences de grandeur & de denſité qui y étoient ſenſibles, & faiſoit que les rayons du ſoleil ſe réfléchiſſant du nuage vers le ſpectateur, y arrivoient ſous divers angles de réfraction, & conſéquemment faiſoient paroître ces trois iris principales ſous différens diamètres.

Mais comme les parties de ce nuage léger n'étoient pas également éclairées & échauffées par la lumière & les rayons du ſoleil, il en réſultoit un changement continuel dans la grandeur des arcs; changement qui pouvoit auſſi avoir pour cauſe le vent qui agiſſoit inégalement ſur la maſſe du nuage, & la condenſoit tantôt plus, tantôt moins. C'eſt encore ce qui pou-

voit produire cette variation de couleurs que chaque ſpectateur obſervoit également.

Enfin le quatrième arc paroiſſoit blanc, parce que la partie ſupérieure du ciel, qui étoit alors très-éclairée, ne permettoit pas que l'on en diſtinguât les couleurs : c'eſt auſſi par cette raiſon que les couleurs du troiſième arc étoient plus foibles que celles des deux autres arcs intérieurs.

§. VIII.

Arc-en-ciel blanc. Iris lunaires. Iris perpendiculaires ou verges.

On a obſervé quelques arcs-en-ciel tout-à-fait blancs, & il eſt probable que ſouvent on en voit de ſemblables dans les régions ſeptentrionales où l'air eſt plus épais, les rayons du ſoleil moins vifs, & l'atmoſphère ſouvent chargée de

matières condensées, qui diminuent les effets de lumiere qui sont beaucoup plus sensibles dans les pays méridionaux.

Le docteur Mentzelius vit aux environs de Berlin le 22 septembre 1676 sur les six heures du matin, un arc-en-ciel blanc: ce phénomène dura une heure entière. Le 1 octobre 1680, il vit au même endroit un arc-en-ciel semblable, qui se soutint pendant deux heures; il avoit commencé sur les sept heures & demie du matin. Enfin le 6 octobre 1684, il observa un autre arc-en-ciel blanc qui parut à sept heures du matin, & fut visible pendant une heure. (*a*) Le sentiment de cet observateur est que ces sortes d'arcs-en-ciel sont des rayons réfléchis par

(*a*) Ephémérides des curieux de la nature, décurie 2. an. 1684. Dans la collection académique, tom. VI. partie étrangère.

des vapeurs & des nuages épais d'autant que leurs extrémités inférieures paroiſſent ordinairement plus groſſes & plus larges, en s'approchant de la terre où l'air eſt chargé d'une plus grande abondance de vapeurs, & que leur ſommet, qui ſe trouve dans un air condenſé, échappe preſque à la vûe. L'iris blanche diffère donc de l'iris ordinaire, en ce que celle-ci eſt l'effet des rayons réfractés & réfléchis par les gouttes de pluie; au lieu que l'autre eſt produite par les mêmes rayons, réfléchis ſur des vapeurs très-atténuées & fort denſes, qui ſont la matière prochaine de ces gouttes. Or il eſt démontré que les différentes gouttes d'eau, comme autant de petits priſmes, réfléchiſſent & réfractent les rayons lumineux, mais que ces mêmes gouttes étant réduites en vapeurs inſenſibles, ne réfléchiſſent que le blanc à cauſe de la ténuité de leurs parties. C'eſt ainſi qu'un priſme de glace ou de cryſtal décompoſe les

rayons de lumière dans leurs couleurs primitives, tant qu'il eſt entier, & ne réfléchit plus qu'une couleur blanche & uniforme lorſqu'il eſt pulvériſé.

On conçoit encore que les diverſes apparences de ces phénomènes tiennent entiérement aux modifications de l'atmoſphère. Dans les longs jours de l'été, les régions ſeptentrionales ont leurs arcs-en-ciel colorés de même que nous les avons dans toutes les ſaiſons. L'air y eſt alors plus raréfié, il y a plus de chaleur répandue dans ſa maſſe; le phlogiſtique ou l'eſprit ſulfureux fond les vapeurs inſenſibles, les réunit en gouttes d'une certaine groſſeur qui fourniſſent les pluies ordinaires à ces climats. Lorſque le ſoleil ne les éclaire plus auſſi long-tems, les vapeurs ne ſe réuniſſent plus auſſi facilement; condenſées par le froid, & privées de tout mouvement propre, elles s'approchent les unes des autres, ſans s'incorporer, elles reſtent dans l'at-

mosphère, telles à peu près qu'elles sont sorties du sein de la terre ou des eaux, & l'air est presque toujours embrumé.

Le même observateur que nous venons de citer, vit le 3 février 1681, trois iris se succéder dans l'espace de deux heures. La première commença de paroître sur les quatre heures du soir; le soleil étant près de se coucher dans un horison serein, on remarqua dans la partie opposée du ciel, qui étoit chargée de nuages interrompus, un arc-en-ciel blanchâtre au commencement, mais qui prenoit une couleur d'or aussi bien que ces nuages à mesure que le soleil s'approchoit de l'horison. Enfin lorsque le soleil fut couché, la lune, qui étoit à son plein, s'étant levée, on vit du côté du couchant un arc-en-ciel blanc qui dura quatre heures. Il y avoit eu en même tems autour de Vénus un halo très-visible. Le lendemain le ciel fut couvert tout le jour de nuages épais; ce qui prouve que

que, dès la veille, la région supérieure de l'air étoit chargée de vapeurs épaisses & condensées. Il geloit ce soir-là même, & il régnoit un vent d'ouest, circonstances qui ne pouvoient que contribuer à l'épaississement de l'air.

M. Mariotte, dans son essai de physique, parlant des arcs-en-ciel sans couleur, dit qu'ils se forment sur les brouillards comme les autres dans la pluie. Il se fonde sur l'observation suivante. Le jour qu'il la fit, il y avoit eu un grand brouillard au lever du soleil, qui, une heure après, se sépara en différentes masses : un vent d'est ayant poussé un de ces brouillards divisés à quelques cens pas de lui, & le soleil dardant ses rayons dessus, il y parut un arc semblable pour la figure, la grandeur & la situation à l'arc-en-ciel ordinaire, il étoit tout blanc & terminé à l'extérieur par un cercle plus obscur. La blancheur du milieu étoit très-éclatante & surpassoit de beaucoup celle qui

paroiſſoit ſur le reſte du brouillard : l'arc n'avoit qu'environ un degré & demi de largeur. Ce brouillard ayant été emporté par le vent, & un autre ayant paſſé à ſa place, il s'y forma un arc tout ſemblable au premier. M. Mariotte attribue le défaut de couleur de ces arcs-en-ciel aux vapeurs imperceptibles dont ſont compoſés ces eſpèces de brouillards, elles réfléchiſſent les rayons lumineux, tels qu'elles les reçoivent, & ne les diviſent point par des réfractions en diverſes couleurs; toutes les expériences confirment la vérité de ce raiſonnement; nous en avons donné plus d'une preuve.

Les *iris lunaires* ſe forment de même que les arcs-en ciel ſolaires; car quoiqu'on ne les obſerve pas auſſi ſouvent, il en exiſte aſſez pour que l'on ait pu ſe faire une théorie aſſurée à ce ſujet. On en jugera par les obſervations différentes que nous allons rapporter. Ces iris paroiſſent lorſque la lune eſt à ſon plein, &

qu'il pleut dans la région du ciel opposée à celle où se trouve la lune. Elles sont rarement colorées, & lorsqu'elles le sont, c'est toujours d'une manière foible & fort embrouillée : ce qui vient de ce que les rayons lumineux de la lune étant fort rares, ils n'ont pas autant de force pour se réfracter & se réfléchir sur les gouttes d'eau que la lumière du soleil. C'est pour cela que ces iris les plus marquées paroissent ordinairement d'une couleur qui tire sur le jaune pâle.

On lit dans le journal des Savans, (8 mars 1694) que le 18 juillet 1693, à neuf heures & un quart du soir, la lune étant assez claire du côté du midi, & le ciel couvert au nord d'un nuage épais, il se forma dans ce nuage aux environs de Bourges, un arc-en-ciel qui n'avoit aucune des couleurs de ceux que l'on voit le jour ; il étoit blanchâtre, ou plutôt c'étoit une lumière fort distincte marquée sur un nuage obscur, de la largeur de

l'arc-en-ciel ordinaire ; ſon ceintre étoit plein & entier. On en vit un dans le Brandebourg au mois d'octobre 1671, quatre ou cinq jours après la pleine lune. L'obſervateur dit qu'il étoit à cheval, allant à la campagne avant le lever du ſoleil : il vit à ſa gauche du côté de l'orient dans des nuages & des brouillards, un arc-en-ciel auquel manquoient ſeulement les couleurs jaune & rouge. Il étoit aſſez grand & formoit, comme l'arc-en-ciel ſolaire, un demi-cercle parfait dont les deux extrémités portoient à terre ; l'abſence du jaune & du rouge faiſoient paroître le blanc & le bleu très-diſtinctement ; la lune étoit à la droite de l'obſervateur, à l'occident, encore élevée ſur l'horiſon d'environ quatre-vingt degrés, dans un ciel clair & ſerein. Ce phénomène n'étoit pas un halo, puiſqu'il formoit ſeulement un demi-cercle, & qu'il paroiſſoit en oppoſition avec la lune ; au lieu que le halo forme un cercle entier qui

environne cette planète. On ne peut pas l'attribuer aux rayons du ſoleil, puiſque cet aſtre étoit encore à pluſieurs degrés au-deſſous de l'horiſon, & que les nuages répandus du côté du levant interceptoient toute la lumière du crépuſcule : c'étoit donc un véritable arc-en-ciel lunaire (V. *la collec. acad. tom. 6 de la partie étrangere*).

M. d'Ulloa obſerva au Pérou le 4 avril 1738 une iris lunaire compoſée de trois arcs unis entr'eux vers leur partie ſupérieure. Le diamètre de l'arc du milieu étoit de ſoixante degrés ; ſa largeur, qui étoit marquée par une couleur blanche, étoit de cinq degrés. Les deux autres arcs étoient blancs auſſi, mais de différens diamètres. Ce météore tout-à-fait blanc, étoit appuyé à un des ſommets de la cordillière, dans un point ſans doute où les vapeurs s'étoient accumulées.

Cornelius Gemma, médecin de Louvain, rapporte que, le 12 mars

1569 à minuit, il vit une iris lunaire qui avoit toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. M. Bernier dit dans ses mémoires sur l'Empire du Mogol, qu'il a vu deux fois l'iris lunaire à Delli, & qu'il l'a de même observée deux nuits de suite en allant par eau de Pipli à Ogouli. Ces iris n'étoient pas à l'entour de la lune, mais dans la partie du ciel opposée. Toutes les fois qu'il les vit, la lune étoit environ à son plein, elle se trouvoit vers l'occident & les iris vers l'orient. Ces iris étoient plus colorées que ce qu'on appelle des couronnes; on y remarquoit même quelque foible distinction des couleurs. Elles se présentent avec le même éclat dans la plupart des latitudes situées entre les tropiques & sur-tout dans le voisinage de la ligne, où l'air est plus échauffé, ordinairement plus rare & naturellement plus lumineux que dans les climats que nous habitons. Ainsi les couleurs que l'on remarque dans les iris lu-

naires, doivent être moins attribuées à l'effet de la lumière de la lune, qu'aux diſpoſitions habituelles de l'air. Celles que M. d'Ulloa a obſervées étoient abſolument blanches, mais il étoit alors dans les montagnes du Pérou, où l'on trouve, ainſi que nous l'avons remarqué, à différentes élévations, toutes les températures des diverſes régions du globe, entre les chaleurs les plus vives, & un froid plus inſupportable que celui des terres polaires, puiſqu'on ne peut y réſiſter. D'où l'on doit conclure que l'air a des modifications auſſi variées que les degrés de chaud & de froid que l'on y éprouve, & que par conſéquent les météores qui s'y forment ont des apparences relatives à l'état de l'air & au degré de la température.

Ce météore ſi ſimple en apparence, & d'une couleur preſque toujours uniforme dans nos climats, eſt cependant varié dans la manière dont il ſe préſente à la vue : on en

jugera par l'obſervation ſuivante. Le 2 février 1684, le froid ayant repris en Saxe avec violence, il ſe fit une forte gelée. Le lendemain qui étoit le ſecond jour depuis la pleine lune, il neigea en abondance par un vent de nord, à la fin du jour l'air devint plus ſerein; & après dix heures du ſoir, on vit autour de la lune, qui étoit élevée de vingt-un degrés trente minutes ſur l'horiſon, une couronne traverſée par deux bandes blanches qui ſe croiſoient à angle droit au centre de cette couronne. Celle des bandes qui étoit parallèle à l'horiſon, s'étendoit de part & d'autre au-delà de la circonférence de la couronne qu'elle coupoit en deux points diamétralement oppoſés, & à chacun de ces points d'interſection il y avoit une paraſélène d'une lumière foible, dont l'une étoit plus viſible que l'autre. Ce météore étoit ſurmonté par une eſpèce d'iris incomplette, dont la convexité étoit tournée vers la cou-

ronne. Il faut remarquer qu'il ne tomboit alors ni neige, ni pluie; toutes ces apparences se formoient sur les vapeurs dont l'air étoit rempli. Ce phénomène fut vu à Dresde, à Leipsick, à Berlin & dans la Silésie. On distinguoit plusieurs espèces de nuages dans l'air : l'un épais, uniforme & continu se trouvant placé entre les observateurs & la lune, transmettoit ses rayons sous la forme d'un halo, tandis que les nuages qui réfléchissoient l'image de la lune, & ceux sur lesquels paroissoit l'iris, étoient plus solides & peut-être composés de particules glacées.

Les *iris perpendiculaires* ou *verges* que l'on voit quelquefois, & que les anciens ont observées comme nous, ne sont autre chose que des faisceaux ou colonnes de vapeurs très-atténuées, qui s'élèvent en petit volume & dans une direction perpendiculaire, sur lesquels les rayons lumineux viennent se briser & se réfléchir, mais dont les

couleurs ne sont point distinguées comme celles de l'arc-en-ciel. Elles sont confuses & très-changeantes ; on ne peut les comparer à l'iris que parce que l'incidence & la réfraction des rayons lumineux s'y font à peu près de même que dans l'arc-en-ciel ordinaire ; encore faut-il pour cela que le fond de l'air soit humide, & qu'il n'y ait que quelques nuages legers épars. Je crois avoir observé deux de ces météores, l'un le 27 août 1768 ; le vent apparent étoit indécis de l'ouest au nord, & le ciel fort embrumé du nord au sud. Je vis, environ trois quarts d'heure avant le coucher du soleil, une verge ou iris perpendiculaire divisée par les nuages qui en laissoient voir tantôt une partie, tantôt une autre, dont les couleurs étoient rangées dans l'ordre suivant : le rouge en-dedans, le jaune & le verd en-dehors, ces deux couleurs peu démêlées. Cette apparence se soutint plus d'une heure, on ne l'appercevoit que par inter-

valles; il y avoit des nuages au-dessous qui la cachoient de tems en tems. J'ai observé la seconde le 18 décembre 1769, le vent étoit sud-ouest, l'air nébuleux & épais; & pendant que le soleil se plongeoit dans un brouillard pâle & presque transparent, il sortit du point de l'horison où le soleil devoit se coucher, une grande verge ou pyramide renversée d'un rouge assez vif, & qui paroissoit au travers du brouillard répandu à l'horison. Après le coucher du soleil elle se teignit d'un rouge pourpre, & on continua de la distinguer pendant plus de trois quarts-d'heure; elle étoit d'un rouge plus obscur dans les endroits où les bandes des nuages la coupoient horisontalement: on put en remarquer la forme tant que le crépuscule eut quelque éclat. La lune étoit alors à son vingtième jour, & ne se leva que long-tems après que ce météore eut disparu dans les ténèbres de la nuit.

Les actes de Leipsick, année 1690, rapportent deux phénomènes de cette espèce, l'un de jour, l'autre de nuit, observés à Altdorff par le docteur Sturmius. Il se promenoit au mois de décembre 1689, par un tems très-serein & très-froid. Le soleil étant prêt à se coucher, il vit une colonne ou traînée de lumière qui s'élevoit perpendiculairement sur le disque de cet astre. Cette colonne étoit moins brillante que le soleil, mais beaucoup plus lumineuse que l'air des environs qui étoit fort chargé de vapeurs : sa largeur paroissoit à-peu-près égale au demi-diamètre du soleil, & sa longueur plus de douze fois plus grande. Lorsque le soleil fut couché, la colonne alla en diminuant de longueur, & disparut entièrement dans l'espace de quelques minutes.

Le même jour on vit aussi à Altdorff un phénomène extraordinaire autour de la lune qui étoit prête à se coucher. C'étoit une colonne

de lumière pareille à celle qui avoit été obſervée au ſoleil couchant, excepté qu'au lieu d'être toute entière au-deſſus de l'aſtre, ſa plus grande longueur étoit au-deſſous & s'étendoit juſqu'à l'horiſon, différence qu'il faut attribuer à l'élévation de la lune qui étoit encore aſſez conſidérable; car à meſure qu'elle approchoit de l'horiſon la traînée de lumière s'accourciſſoit: mais la partie viſible au-deſſus de la lune ne croiſſoit point du tout: de ſorte qu'elle ſe trouva réduite à très-peu de choſe quand la lune fut couchée, & qu'elle diſparut bientôt après. Il eſt à croire qu'il en auroit été de même du petit météore vû au coucher du ſoleil, s'il eût été obſervé tandis que cet aſtre étoit encore élevé au-deſſus de l'horiſon. Comme il y avoit apparence que les vapeurs dont l'air étoit chargé ne ſe diſſiperoient pas pendant la nuit, M. Sturmius voulut le lendemain obſerver le ſoleil à ſon lever, & il vit au-deſſus de

cet astre une colonne lumineuse qui resta aboutissante à l'horison tandis que le soleil s'en éloignoit, & dès qu'il fut parvenu au sommet de la colonne, elle s'évanouit assez promptement. Le phénomène de la veille ne reparut point le soir ; la disposition de l'air étoit changée ; le froid étoit considérablement diminué, & le vent avoit tourné de l'est au sud. Ces colonnes de lumière ne s'élèvent pas plus haut que les vapeurs dont l'atmosphère se trouve chargée ; il semble qu'elles resserrent les rayons de l'astre dans une même direction, pour produire cet effet lumineux.

Ces verges ou bandes qui s'étendent depuis les nuées jusqu'à terre, représentent un cône, & ont leur plus grande largeur dans l'endroit où elles paroissent toucher l'horison. Elles sont plus fréquentes avant le coucher du soleil lorsque la chaleur commence à diminuer, ou le matin lorsqu'elle n'a pas encore dissipé la fraîcheur de la nuit

qu'à toute autre heure. Cette apparence ne ſe montre que lorſque les nuages dérobent la lumière du ſoleil au ſpectateur : pluſieurs rayons éloignés les uns des autres, ſe faiſant jour par les eſpaces étroits que les nuages laiſſent entr'eux, ſe réuniſſent au même point en s'approchant de l'horiſon viſible, & trouvant à leur paſſage les vapeurs plus épaiſſes, qui dans cette diſpoſition de l'atmoſphère s'élèvent de bas en haut, ils s'y réfléchiſſent & redoublent d'éclat à ce point, tellement que le centre de la lumière paroît être à l'endroit même où elle aboutit, & de-là s'étendre de bas en haut; quoique ce que l'on apperçoit ne ſoit qu'une ſuite de la réflexion des rayons lumineux ſur les vapeurs à l'endroit où elles ſont le plus condenſées. Jamais ce phénomène n'eſt plus brillant que lorſqu'on peut l'obſerver latéralement : alors on voit les effets variés de la lumière ſur les globules ſéparés des vapeurs, dont la réunion compoſe

un faisceau de rayons lumineux, étendus en ligne perpendiculaire à l'horison, & qui, relativement à nous, ne forment qu'une même colonne. Vûs de plus près encore, on appercevroit les différens effets de la lumière sur chacun d'eux; comme lorsque l'on introduit un rayon du soleil dans une chambre obscure, on voit les petits corpuscules dont la masse de l'air est composée, se mouvoir en divers sens, réfléchir la lumière avec plus de vivacité les uns que les autres, & même être teints de couleurs variées.

§. IX.

Halos de ſoleil & de lune. Propagation de la lumière ; modification des ſubſtances aëriennes ſur leſquelles ils ſe forment.

Les halos, les couronnes, les parélies ſont autant de météores brillans qui, comme l'arc-en-ciel, ſont produits par la réfraction & la réflexion des rayons lumineux d'un aſtre ſur des corps légers & tranſparens, tels que les vapeurs & les exhalaiſons aqueuſes ou les nuages légers répandus dans l'atmoſphère. Ces météores n'ont aucune ſolidité, ils conſiſtent uniquement dans leur apparence & dans l'effet combiné de la lumière avec l'obſcurité. Ce que nous avons dit ſur la manière dont ſe forme l'arc-en-ciel, nous a enſeigné d'avance quelles ſont les cauſes des halos &

des couronnes, & ce que nous ajouterons de nouveau au sujet de ceux-ci, sera une confirmation des principes que nous avons établis sur l'arc-en-ciel. Mais comme ces petits météores n'ont pas une forme aussi constante que l'iris, qu'ils sont l'effet d'autres combinaisons qui produisent des singularités qui leur appartiennent spécialement : la connoissance de ces variétés en rendra l'étude intéressante; quoiqu'on n'y remarque jamais les couleurs brillantes qui rendent l'arc-en-ciel si admirable.

Le halo se montre sous diverses apparences : c'est quelquefois un faisceau de rayons lumineux qui vient se réfléchir sur un nuage uni d'une densité égale, qui se trouve entre l'œil du spectateur & le soleil ou la lune, qui, ne pouvant pénétrer l'épaisseur du nuage, se brise à son point d'incidence, se réfléchit & s'échappe par toutes les extrémités du nuage autour duquel il se forme un cercle de lumière.

Le centre de ce cercle lumineux est le point d'incidence où les rayons se rassemblent, se réfractent & se réfléchissent dans une direction égale du centre à la circonférence.

Le halo se remarque plus souvent autour de la lune que du soleil ; plutôt la nuit que le jour, parce que le nuage, ou les vapeurs sur lesquels il se forme, sont trop aisément dissous par la chaleur que le soleil répand dans l'atmosphère. Il n'est donc pas toujours nécessaire que le nuage sur lequel le halo paroit soit visible, la seule densité des vapeurs insensibles, répandues dans l'air, suffit pour intercepter les rayons de la lumière, les briser & former un cercle lumineux. Si on jette de l'eau vis-à-vis les rayons directs du soleil avec assez de force & à une assez grande hauteur pour que toutes ses parties se divisent en globules insensibles, on voit un cercle lumineux, un halo momentané paroître dans l'instant & se dissiper aussi-tôt après la chûte des

particules aqueuſes. Les gerbes d'eau qui s'atténuent en s'élevant, & ſont ſurmontées par une eſpèce de pouſſière ou de fumée d'eau, produiſent le même effet. Si l'on ſe place derrière une des belles fontaines de la place de ſaint Pierre de Rome, & que l'on regarde le ſoleil au travers du ſommet de la gerbe qui en ſort, on ne voit cet aſtre qu'au milieu d'un halo ou cercle lumineux, parce que la gerbe d'eau couvre ſon diſque relativement au ſpectateur.

Dans les bains fermés on voit toujours un cercle brillant autour de la chandelle qui les éclaire. La cauſe en eſt ſenſible, c'eſt que la capacité du lieu eſt remplie de vapeurs aqueuſes, dont les particules ſont, à la vérité, très-tenues & même inſenſibles; mais qui étant très-rapprochées les unes des autres, briſent ſucceſſivement les rayons de la lumière, & la réfléchiſſent de manière à former un cercle brillant, ſouvent peint de diverſes

couleurs. Ce cercle, de même que l'arc-en-ciel, ne peut paroître qu'à la ſuite de différentes réfractions & réflexions des rayons lumineux qui arrivent par la diſpoſition qu'ils ont à être rompus ou détournés de leur première direction en paſſant d'un corps ou d'un milieu tranſparent dans un autre. Or c'eſt ce qui ſe fait lorſque les rayons ſortis d'un aſtre ou d'un autre corps lumineux viennent aboutir ſur des vapeurs ou des très-petites gouttes d'eau : ils ſe briſent & ſe réfléchiſſent des unes dans les autres, juſqu'à ce qu'ils n'aient tout-à-fait quitté la ligne perpendiculaire pour prendre l'horiſontale ; & le plus ou le moins de réfrangibilité des rayons, eſt ce qui occaſionne la différence des couleurs dont ces météores ſont peints.

A ces premières obſervations ſur les cauſes du halo, ajoutons encore qu'on peut le remarquer autour d'un aſtre, ou même d'une chandelle allumée, dans un air libre & dégagé de toutes vapeurs aqueuſes, ſi après

s'être tenu l'œil couvert pendant quelque tems avec la main, on vient à regarder ensuite la chandelle. La cause de ce phénomène est alors dans l'œil, & non dans l'air qui entoure le corps lumineux. La pression de la main a gêné la transpiration de l'œil, & fait sortir de petites glandes des paupières, une humidité abondante dont l'œil est couvert, au travers de laquelle il voit les objets. Il ne reçoit plus les rayons de la lumière directement, ils se brisent en passant par le milieu qui est accidentellement sur l'œil, & la lumière est tellement modifiée, qu'elle ne présente plus le corps lumineux à l'œil qu'au milieu d'un cercle éclairé, ou d'un véritable halo. La même chose arrive, si on regarde la lumière après s'être baigné l'œil & pendant qu'il est chargé d'eau; le halo disparoît à mesure que l'humidité se dissipe, & que la vision se rétablit dans son état naturel.

De ce que nous avons dit, on doit déja conclure que la cause de

ces petits météores ſe trouve dans notre atmoſphère, & à peu de diſtance de la ſurface de la terre. Il ne faut donc pas s'en rapporter aux illuſions des ſens & aux erreurs d'optique qu'elles occaſionnent, qui préſentent ces anneaux autour des aſtres & auſſi près d'eux que le cercle lumineux l'eſt de la chandelle. Lorſque le ciel eſt parfaitement ſerein, on n'apperçoit point d'atmoſphère autour des aſtres, aucun amas de vapeurs ſur leſquels les halos puiſſent ſe former; ſi cela étoit ainſi, on les obſerveroit à une très-grande hauteur & dans la plus grande partie de l'hémiſphère où ils ſe formeroient. Il n'en eſt pas de même des météores dont nous parlons, ils ne peuvent être vus que de peu de perſonnes en même-tems, & tout au plus à la diſtance de deux ou trois milles, & ſouvent de ſi près qu'il ſeroit poſſible de les toucher. Tel eſt celui dont parle Muſſenbroeck (§. 2449), qui fut vu en 1750, ſous un ciel aſſez ſerein de

toutes parts; mais par un brouillard léger qui étoit à la surface de la terre. Le limbe inférieur de la lune effleuroit la partie supérieure du toit d'une maison, & on voyoit en même-tems une couronne pâle autour de la lune, qui étoit d'environ douze degrés. La moitié de la partie supérieure élevée au-dessus du toit, étoit beaucoup plus éclairée que la partie inférieure qui étoit au-dessous, & adossée à un mur. Le spectateur observa que cette couronne diminuoit à proportion qu'il s'approchoit de la maison, mais aussi qu'elle avoit plus d'éclat; d'où il conclut qu'elle n'étoit pas à plus de quatre-vingts pieds de distance. Ce météore disparut avec le brouillard. Il est aisé de voir pourquoi la lumière sembloit augmenter en s'en approchant, c'est qu'on voyoit le phénomène au travers d'une moindre épaisseur de brouillards, & qu'on étoit plus près du point d'incidence & de réflexion des rayons de la lune.

Le

Le 3 janvier 1768, le froid étant extrême, le vent-est tirant au sud, il y eut dans la matinée un brouillard assez épais, qui empêcha le soleil de paroître; environ à dix heures du matin, la brume s'éclaircit un peu, & on vit le soleil à travers un grand halo très-lumineux, dont les couleurs rouges, verdâtres & pourpres étoient très-vives; son éclat étoit d'autant plus sensible, que le cercle étoit éloigné à peine de quatre-vingts pas; son limbe inférieur n'étoit pas à plus de trois pieds de terre, & sa lumière se réfléchissoit sur la neige : je m'approchai pour le voir de plus près; mais quand je fus arrivé au point où l'apparence étoit le plus lumineuse, je ne distinguai plus de couleurs; à quatre pas plus loin, je me trouvai dans une masse de brouillards plus épais, qui paroissoit renfermée entre les murs de l'enclos, où j'observai ce phénomène dans la Bourgogne septentrionale, au quarante-septième degré & quelques minutes de lati-

tude. Le brouillard devint plus obscur, & le météore disparut insensiblement. Le froid étoit alors si violent, que tout ce que l'évaporation envoyoit de vapeurs dans l'atmosphère, s'y glaçoit aussi-tôt; & c'est à cette disposition de l'air que l'on devoit attribuer l'éclat extraordinaire de ce phénomène. Le lendemain le froid étant aussi vif, les teintes au couchant avoient les mêmes couleurs que le grand halo de la veille, & le soleil étoit entouré d'un cercle brillant, de couleur verte, qui paroissoit à l'extrémité de l'horison, & qui dès-lors pouvoit être remarqué de beaucoup plus loin. Ces sortes de météores ne se forment que dans un air tranquille, chargé de brouillards légers, & dont la disposition n'est point contrariée par les vents. S'ils acquièrent quelque force, s'ils excitent un mouvement d'ondulation dans le brouillard, le phénomène disparoît, & il commence à s'effacer par le côté d'où vient le vent, qui est celui où

le brouillard se dissipe d'abord.

Souvent le halo du soleil, quoique sensible, est peu lumineux, & ne brille pas de différentes couleurs; ce qui dépend du plus ou du moins de densité des vapeurs dans lesquelles il se forme. Dans les halos de lune elles sont à peine remarquables, parce qu'elles sont fondues les unes dans les autres, & comme noyées dans la quantité de vapeurs à travers lesquelles on les apperçoit. Les couleurs que l'on distingue le plus dans les halos du soleil, sont le rouge qui occupe le dedans du cercle, le jaune au milieu, & le verd-pâle à sa circonférence extérieure. Cependant cet ordre est sujet à de fréquentes variations, relatives aux dispositions de l'air. Nous nous arrêterons un moment sur la manière dont ces météores peuvent se colorer, & la lumière prendre les modifications variées sous lesquelles elle se montre.

Il est admis que la lumière est une matière très-subtile, qui, sor-

tant du corps lumineux, s'étend du centre à la circonférence avec une célérité étonnante. Soit que la lumière soit un corps ignée qui ait son étendue & sa masse, comme l'ont prétendu les philosophes de la secte d'Epicure, Lucrèce, & après eux Gassendi; soit qu'elle ne soit qu'une modification imprimée à l'air, comme Descartes l'indique par la définition énigmatique qu'il en donne, en disant que la lumière est le mouvement du second élément qui lui est imprimé par le premier, & qui rend le troisième visible. Par ces termes généraux, il donne à son idée une si grande étendue, qu'on ne peut la concevoir qu'en la restreignant, & en se représentant la lumière résidente dans le corps lumineux, d'où elle se répand par l'air qu'elle éclaire jusques sur la terre, dont elle rend visibles toutes les parties sur lesquelles son éclat se réfléchit.

Soit donc que la lumière consiste dans l'écoulement d'une infinité d'a-

tômes ou de corpuſcules ignées, qui ſortant du ſoleil, comme d'un grand océan de feu, ſe répandent avec une vîteſſe incroyable de toutes parts du centre à la circonférence; ſoit que la lumière ne parvienne juſqu'à nous qu'en vertu du mouvement imprimé à la matière ſubtile qui eſt entre deux; il n'eſt pas douteux que l'effet de la lumière ne ſe produiſe par une multitude de rayons qui partent en lignes directes du corps lumineux, par autant de ſurfaces parallèles. Ce ſont ces rayons qui viennent ſe briſer & ſe réfléchir ſur les globules inſenſibles des vapeurs qui forment le halo & les autres météores de même eſpèce; & de leurs différens dégrés de réfraction, naît la couleur qui y paroît. Car dès que la lumière ſe mêle avec un corps opaque qui la réfracte & la réfléchit ſans l'abſorber, il en réſulte différentes modifications qui donnent lieu à la variété des couleurs. La lumière par elle-même n'a aucune

couleur ; ce n'eſt qu'un fluide très-ſubtil, éclatant, dont la première modification, ou le moindre mêlange avec les corps opaques produit le blanc ; la dernière modification & le plus fort mêlange produit le noir, ou l'abſorbement entier de la lumière, dont aucun des rayons n'eſt plus réfléchi. Les modifications ou les mêlanges intermédiaires donnent les différentes couleurs, qui s'éloignent plus ou moins du noir ou du blanc, de la lumière ou de l'obſcurité.

Lors donc que la lumière qui ſort du corps lumineux, vient à traverſer un milieu qui a quelque denſité ; mais dont les parties ſont ſi atténuées & ſi ſubtiles, qu'elles deviennent inſenſibles, telles que ſont les vapeurs légères dont l'atmoſphère eſt formée : alors le rayon ne trouvant qu'un obſtacle facile à pénétrer, ſuit ſa direction perpendiculaire, & vient à nous avec tout ſon éclat naturel ; c'eſt la lumière elle-même qui n'a ſouffert aucune

altération. Mais si le rayon trouve un obstacle plus considérable dans la densité des vapeurs qu'il a à pénétrer; s'il est brisé de façon à former à son point d'incidence, un angle avec la perpendiculaire, alors la lumière ne conserve plus sa pureté primitive & son éclat d'origine; elle contracte quelque chose des qualités du corps dense sur lequel elle se réfléchit. Par cette union de qualités secondaires avec la simplicité primitive de la lumière, se forme le blanc, qui est la première & la plus simple modification de la lumière. Or, comme tous les rayons se brisent au même point de réfraction, & se réunissent dans un point commun de réflexion, & qu'ils s'éloignent tous également de l'axe à la circonférence, ils produisent des cercles lumineux, blancs, ou teints de diverses couleurs, que nous appellons halos ou couronnes, dont les teintes variées dépendent du différent degré de réfrangibilité qu'éprouvent les rayons de la lumière,

en passant par un milieu qui a quelque densité. Ainsi dans les halos ordinaires, nous observons que la couleur la plus foncée est au centre, parce que la vapeur y est plus dense, & dès-lors plus réfringente : de ce centre à la circonférence, les teintes se rapprochent davantage du blanc, parce que les vapeurs que les rayons de lumière ont à pénétrer, sont moins denses & moins réfringentes; la lumière est moins embarrassée de qualités secondaires; & plus elle s'éloigne du point de réfraction, plus elle tend à reprendre son premier éclat & sa pureté naturelle.

D'après ces différentes observations sur la manière dont se forment les apparences des halos, des couronnes, des parélies mêmes, & des autres météores de ce genre; après les expériences simples & faciles qui en démontrent la vérité, il ne me paroît pas nécessaire d'admettre, comme l'illustre Descartes, des petites surfaces planes de glace, transparentes en partie, répandues dans

l'air, sur lesquelles se fasse la réfraction des rayons du soleil, ou d'y ajouter, comme Huighens a cru devoir le faire, des particules cylindriques, de même nature, transparentes à la circonférence, avec un noyau plus opaque. C'est charger sans nécessité l'air d'une multitude de petits corps plus lourds que les vapeurs atténuées qui suffisent à faire paroître le halo, & prendre un moyen inutile pour expliquer la réfraction des rayons lumineux, qu'il est démontré se faire plus communément & même mieux par le seul milieu des vapeurs aqueuses quelque légères qu'on les suppose; dès qu'à raison de leur quantité, ou de la fraîcheur répandue dans l'air, elles ont acquis quelque condensation. Ont-ils pu se persuader que l'arc-en-ciel le plus brillant, & le mieux coloré de tous ces météores, ne paroissoit que sur des petites surfaces planes, ou sur des particules cylindriques de glace? Ces deux grands philosophes ont

voulu donner à ces météores, par les matières sur lesquelles ils supposent qu'ils se forment, une solidité qu'il n'est pas nécessaire qu'ils aient, & qu'ils n'ont effectivement pas. Huighens en admettant des parties cylindriques & oblongues mêlées avec des parties rondes, a assuré aux halos une composition plus solide encore, attendu que les matières glaciales qu'il suppose contiguës & rangées circulairement doivent former un cercle difficile à désunir, ce qui est inutile pour l'apparence du météore, & ce que toutes les expériences & les observations semblent contredire.

Il est vrai que ces illustres observateurs ont prétendu avoir remarqué, dans la dissolution des vapeurs sur lesquelles le halo s'étoit formé, l'un des grains de grêle à moitié transparens, l'autre des parties cylindriques & oblongues, transparentes à la circonférence, avec un noyau opaque & de même forme. On ne doit pas

douter qu'ils n'aient obſervé exactement, & que leurs rapports ne ſoient conformes à ce qu'ils ont vu : mais ces grains de grêle, ces cylindres de glace, étoient-ils la partie homogène de la matière ſur laquelle s'étoit formé le halo ? n'eſt-il pas probable que les vapeurs condenſées par la fraîcheur accidentelle de l'atmoſphère, s'étoient réunies & formées par les mêmes loix générales, par leſquelles ſe forment la grêle & les autres météores qui lui reſſemblent ? Il y a même quelques circonſtances où les vapeurs peuvent être réellement glacées, & donner les apparences du halo le plus brillant : tel fut celui du 3 janvier 1768, dont nous avons parlé plus haut. Le froid étant alors de la plus grande force, il n'eſt pas douteux que ſi dans une température auſſi rigoureuſe, il fût tombé quelque choſe de l'atmoſphère à la ſurface de la terre, on n'eût pu y trouver des particules de glace différemment conformées :

toute l'atmoſphère en étoit remplie, on en ſentoit l'âcreté en les reſpirant, dès qu'on s'expoſoit à l'air extérieur. Il tomba peu après une neige très-fine que l'on ne devoit regarder que comme des filamens de glace rapprochés les uns des autres. La lumière du ſoleil, dans ces circonſtances, ne pouvoit guère être réfléchie que par des molécules aqueuſes, glacées. Mais ces diſpoſitions de l'air ne ſont point néceſſaires à la formation de ces météores; il en paroît plus dans un air doux & humide que dans un air glacial, autant au moins en été qu'en hiver; & on les obſerve dans la zone torride de même que dans la zone glaciale, & avec des couleurs auſſi brillantes.

Dans les différentes obſervations que l'on a faites ſur les *halos* ou couronnes, on a *toujours* remarqué que, ſoit qu'ils fuſſent colorés ou blancs, il y avoit entr'eux & le corps lumineux qu'ils entourent, un eſpace moins éclatant que ne le

ſont les cercles qu'ils décrivent, apparence qui eſt occaſionnée par la diſtance qui eſt entre le point de l'atmoſphère où on les voit, & ſa région la plus élevée; cette diſtance doit être conſidérée comme une longue pyramide dont le halo eſt la baſe, & la pointe à l'endroit où l'on apperçoit l'aſtre. La lumière brillante des bords de la baſe fait que le centre du cercle, & le fond de la perſpective aërienne, paroiſſent plus obſcurs.

Dans preſque tous ces météores les couleurs ſont plus foibles que celles de l'arc-en-ciel; elles ſe ſuivent dans un ordre différent, ſuivant la différence de leurs diamètres. Dans les trois couronnes concentriques que Newton obſerva en 1692, les couleurs étoient diſpoſées du centre à la circonférence dans l'ordre ſuivant. 1°. La couleur de l'anneau interne étoit bleue en dedans, blanche au milieu, & rouge en dehors. 2°. La couleur interne du ſecond anneau étoit pourpre,

ensuite bleue, après cela verte, jaune & d'un rouge pâle. 3°. La couleur interne du troisième anneau étoit d'un bleu pâle, & l'externe d'un jaune pâle. Frisch observa en 1729 un cercle de trois couleurs qui entouroit le soleil; ces couleurs étoient disposées de manière que le rouge étoit à l'extérieur, le jaune tenoit le milieu, & le blanc étoit à l'intérieur. Ce dernier anneau étoit éloigné du soleil à la distance de deux diamètres solaires. Il remarqua encore un autre cercle blanc qui passoit par le soleil, & deux autres demi-cercles blancs plus petits qui prenoient de part & d'autre leur origine sous le disque même du soleil, & qui étoient dans le plan du plus grand cercle. (*Voyez Mussenbroeck*, §. 2479.) Dans cette observation le soleil étoit vu comme au travers d'un cône de vapeurs divisé à son centre par l'action propre de cet astre, dont une partie des rayons se réfléchissoit à diverses

diſtances, & ſe réfractoit enfin ſur la baſe qui paroiſſoit colorée.

Le 7 janvier 1687 à Poſtdam entre neuf & dix heures du matin, le ſoleil étant caché ſous un nuage oblong noir & peu épais, on vit à gauche de cet aſtre une partie d'arc-en-ciel ou plutôt de halo coloré. On y diſtinguoit du rouge, du jaune & du bleu. Ce phénomène dura un quart-d'heure, après quoi il s'évanouit; il reparut une demie-heure après pour ſe diſſiper entiérement. On avoit vû le 29 janvier 1684 à Hall en Saxe, un phénomène de cette eſpèce autour du ſoleil, mais beaucoup plus ſingulier; c'étoit un halo partagé par quatre diamètres lumineux qui ſe croiſoient à angles droits, & qui étoient ſurmontés par un arc renverſé.

Les halos de lune, plus fréquens que ceux de ſoleil, ont des variétés qui dépendent de la diſpoſition où ſe trouvent les vapeurs de l'atmoſphère, & de la manière dont

elles réfléchissent les rayons lumineux. Le 25 avril 1681, la lune étant encore nouvelle, on vit à Ausbourg une double couronne autour de cet astre : la plus petite avoit à peu près les couleurs de l'iris, & la plus grande étoit blanche comme un halo ordinaire de lune. Ces deux couronnes n'étoient pas concentriques, elles se coupoient en deux points, & l'on voyoit à chaque point d'intersection une parasélène d'une lumière foible ; toutes deux disparurent l'une après l'autre, ainsi que les deux couronnes, dont la plus petite s'évanouit la première.

Ces phénomènes ne sont pas rares en France, mais l'on ne s'arrête qu'à ceux qui, à raison de leurs couleurs ou de leurs formes, ont quelque singularité frappante. On vit en 1683 un halo de lune dont le cercle du milieu étoit blanc, suivi d'un autre qui tiroit sur le rouge ; il avoit ensuite deux zones, l'une bleue & l'autre verte, & le

contour extérieur en étoit d'un rouge très-foncé. On en obſerva un autre en 1728 dont la bande extérieure étoit d'un rouge pâle, ſuivie de deux bandes jaunes & vertes qui ſe terminoient par un cercle blanc.

Muſſenbroeck (§ 2448) dit qu'on remarque fréquemment des halos & des couronnes en Hollande, que l'on en compte d'ordinaire plus de cinquante par an qu'on peut diſtinguer en plein jour; mais on ne les obſerve pas ſi bien que ceux de nuit, parce que, dit-il, on n'y eſt pas accoutumé à regarder fixément le ſoleil & la partie du ciel qui l'entoure, & que l'on ne peut guères s'y garantir des impreſſions que cet aſtre fait ſur les yeux, qu'en ſe ſervant d'un tube de métal au travers duquel on fait aiſément ſes obſervations. Il y a des années où ils ſont auſſi fréquens en France: mais par-tout, l'apparence de ces météores dépend d'un air habituellement humide, froid & embru-

mé : il n'eſt pas même néceſſaire qu'il y ait des brouillards ou des nuages ſenſibles. Le 26 avril 1754, on obſerva à Montepulciano en Toſcane un phénomène de cette eſpèce, plus marqué qu'ils ne le ſont ordinairement. Vers les deux heures après midi, il parut autour du ſoleil un halo ou cercle lumineux très-brillant, dont le diamètre étoit d'environ quarante degrés. Le ciel étoit de toutes parts entièrement exempt de nuages, & il n'y paroiſſoit aucune vapeur ſenſible : il falloit cependant qu'il y en eût & même d'aſſez épaiſſes, car le ſoleil étoit obſcurci par une eſpèce de fumée noirâtre & d'une couleur déſagréable qui alloit en s'éclairciſſant vers la circonférence du cercle, où l'on voyoit les couleurs de l'iris même aſſez éclatantes, ſur-tout vers l'orient & vers l'occident où elles paroiſſoient preſqu'auſſi vives que celles d'un véritable arc-en-ciel. (*mém. de l'acad. des ſciences an.* 1754). Il y a grande

apparence que ce météore dut ſon exiſtence aux ſuites d'une évaporation locale, dans une ſaiſon où elle eſt très-abondante dans ce pays coupé de montagnes & de petits vallons humides, dont quelques-uns ſont marécageux, & qui, échauffés par la chaleur du jour, avoient répandu dans leur atmoſphère une fumée aſſez abondante pour intercepter les rayons directs du ſoleil, les réfracter & les réfléchir, de manière à produire ce phénomène.

Ces météores ne ſont en aucun endroit plus communs que dans l'Amérique ſeptentrionale, pays froid & naturellement humide. Les Anglois, établis à la baie de Hudſon, voient plus ſouvent le ſoleil s'élever accompagné d'un halo qu'autrement; les halos de lune y ſont auſſi communs. Dans ces climats ſauvages, ce ſpectacle plus brillant encore qu'il ne ſe préſente d'ordinaire en Europe, eſt une occupation agréable pour des gens qui, après

la chasse & la pêche, & quelques jours qu'ils donnent au commerce, trouvent un plaisir varié à s'occuper de ces phénomènes, dans des tems qu'ils passeroient dans une triste oisiveté.

Non-seulement on observe le soleil & la lune au travers de ces halos ou couronnes, mais encore les autres planètes & la plûpart des étoiles fixes. Ces apparences dépendent constamment de l'état de notre atmosphère, elles ont différentes grandeurs, & les halos tant de lune que de soleil ont été observés avoir de diamètre depuis trois & cinq jusqu'à quatre-vingt dix degrés; ce qui vient de l'élévation des vapeurs où ils se forment & de leur épaisseur; en général moins elles sont hautes plus le halo paroit grand; on peut même, en mesurant le diamètre du cercle de bas en haut, savoir à quelle hauteur précise elles arrivent. Quant aux espèces de couronnes qu'on voit autour des étoiles fixes ou des

planètes, telles que Jupiter ou Vénus, elles ne passent pas cinq degrés de diamètre & sont souvent plus petites, mais elles sont presque toujours sensibles, même lorsque l'air est le moins chargé de vapeurs. On voit donc ces astres dans un cercle lumineux dont l'éclat part du centre, les rayons allant à la circonférence par un mouvement continuel de vibration, qui sert à donner une idée de la manière dont se fait la propagation de la lumière. Plus l'air est pur & le ciel serein, plus ce mouvement est sensible, & le halo n'est alors remarquable que parce que l'atmosphère de nos climats n'est jamais entièrement débarrassée de vapeurs & d'exhalaisons hétérogènes, & qu'il est très-rare qu'on y puisse observer les astres autrement qu'au travers d'un cône obscur & profond dont l'astre est à la pointe. Ce sont ces vapeurs humides dont le mouvement dans l'air occasionne cette scintillation que nous remarquons

d'ordinaire dans tous les astres, & qui contrarie si fort les opérations des astronomes. Dans des pays constamment secs, tels que l'Arabie, les environs du golfe Persique, pendant la saison séche; dans les provinces méridionales de la Perse, l'air est si dépouillé de vapeurs, que l'on y fait les observations astronomiques les plus sûres avec une grande facilité. Aussi n'y voit-on que rarement les couronnes & les halos si fréquens dans les températures habituellement humides.

Au reste ces phénomènes n'indiquent autre chose que l'état actuel de l'air, & d'ordinaire ils n'annoncent pas plus la pluie que le beau tems. Il arrive aussi souvent d'avoir un ciel serein & un soleil brillant le lendemain du jour que les halos ont paru, que de la pluie ou des vents d'orage. Quelques navigateurs ont cru qu'ils présageoient infailliblement des tempêtes dans les mers de l'Amérique, des Indes orientales, & surtout dans le golfe

du Mexique. Dampier a écrit qu'un cercle autour du ſoleil étoit immanquablement ſuivi d'une tempête violente (*a*). Mais il eſt probable que ces obſervations ont été faites dans les ſaiſons les plus orageuſes, où ces météores doivent être plus fréquens que dans les autres. S'il reſte quelques doutes ſur les cauſes de la production des couronnes & des halos, ils ſeront levés par ce que nous allons dire des

(*a*) A la hauteur des Iſles Nicobar, à l'entrée du golfe Perſique, nous eûmes un mauvais préſage par un grand cercle qui parut autour du ſoleil cinq à ſix fois plus grand que lui, ce qui arrive rarement ſans être ſuivi d'orage ou de beaucoup de pluie. On voit plus ſouvent ces ſortes de cercles autour de la lune, mais les ſuites n'en ſont pas ſi à craindre. Nous prenons ordinairement bien garde à ceux qui ſont autour du ſoleil, obſervant s'il n'y a point de brèche au cercle, & en quel endroit elle eſt; nous trouvons communément que la plus violente tempête vient de là. *Dampier, voyage autour du monde, tom. 2.*

parélies, météore plus rare, mais plus brillant & plus ſingulier par la variété de ſes formes, & les effets de lumière qu'il préſente quelquefois.

§. X.

Parélies.

Le parélie eſt un météore plus curieux que tous ceux dont nous venons de parler : c'eſt l'image du ſoleil imprimé ſur un nuage qui reçoit ſes rayons, & qui les réfléchit dans le même ordre qu'il les a reçus. Ce nuage, comme un miroir, doit avoir deux parties inégalement modifiées ; l'extérieure tranſparente & pénétrable aux rayons qui aboutiſſent directement ſur elle ; l'intérieure opaque qui les renvoie tels qu'elle les a reçus. On ne voit ces météores qu'au lever du ſoleil ou à ſon coucher, lorſqu'on peut établir une ligne droite du

du ſoleil au centre du cercle où ſon image eſt réfléchie.

Comme le ſoleil peut avoir en oppoſition pluſieurs petits nuages qui renvoient également ſes rayons, il peut ſe former en même tems pluſieurs parélies : ainſi l'on vit à Rome en *1629* cinq ſoleils enſemble; on en vit quatre à Chartres en *1666*. On peut comparer l'effet de ces nuages par rapport au ſoleil, à un verre taillé à facettes égales : (*polyoptrum*) qui multiplie les objets que l'on conſidère au travers. Les nuées peuvent de même être diſpoſées en divers plans égaux ſur leſquels l'image du ſoleil ſe peint. Ce météore, ainſi que ceux dont nous venons de parler, eſt donc produit par la réfraction de la lumière directe du ſoleil ſur un milieu denſe qui la réfléchit; ſi la réfraction eſt directe les rayons conſervent tout leur éclat primitif; ſi elle eſt divergente, on voit l'extrémité du cercle teinte des couleurs de l'arc-en-ciel, & la lumière

recevoir différentes modifications du corps opaque dans lequel elle ſe réfracte & ſe réfléchit.

En 1586 on vit l'image du ſoleil à ſon lever également réfléchie ſur deux nuages qui l'accompagnoient à droite & à gauche. Ce phénomène ſe ſoutint aſſez long-tems, rendoit la marche du ſoleil plus majeſtueuſe & redoubloit ſon éclat.

Il eſt rare qu'il ſe forme des parélies, que l'on ne voie autour du ſoleil une couronne teinte des couleurs de l'arc-en-ciel, aux deux extrémités extérieures de laquelle ſe forment d'ordinaire deux parélies; ce qui prouve que les diſpoſitions de l'air & des vapeurs qui y ſont répandues, doivent être les mêmes que celles où ſe forment les halos & l'arc-en-ciel. Si ces vapeurs ſont condenſées & prêtes à ſe réſoudre en pluie, les couleurs ſont pâles & fondues les unes dans les autres; de ſorte que la couronne, l'arc en-ciel ou le parélie ſont à peine ſenſibles.

Plus les parélies ſont brillans & parfaits, moins ils durent, parce que le ſoleil agiſſant alors directement ſur les vapeurs dans leſquelles ſes rayons ſe réfractent & ſe réfléchiſſent, il les diſſout promptement ou il les atténue & les raréfie ; de manière qu'elles deviennent tout-à-fait tranſparentes, & ne ſont dès-lors plus aſſez opaques pour cauſer aucune réfraction : mais auſſi ces météores ne ſont jamais plus brillans, les couleurs n'en ſont en aucun tems plus vives, que lorſqu'ils ſont le plus près à ſe diſſiper.

On a vu des parélies ſe former ſous un ciel ſerein & ſans nuages apparens; mais l'atmoſphère étoit ſans doute alors fort chargée de vapeurs & d'exhalaiſons, & au-deſſus d'un ſol dont l'évaporation devoit être très-abondante. On vit à Chartres le 26 mai 1671, une heure environ après le lever du ſoleil, une couronne brillante autour de cet aſtre, dans laquelle ſe

formèrent deux parélies éloignés chacun d'environ vingt-trois degrés du soleil. A mesure qu'il s'éleva sur l'horison, le diamètre de la couronne se resserra, de sorte que les parélies qui restèrent dans leur première position s'en trouvèrent éloignés de quelques degrés. L'un de ces parélies avoit une queue qui s'étendoit à quinze ou vingt degrés au-delà du cercle blanc & lumineux qui les entouroit l'un & l'autre, & sur lequel ces météores paroissent d'ordinaire appuyés. Cette queue étoit parallèle à l'horison. Toute la partie de l'atmosphère dans laquelle on voyoit les parélies étoit sous un ciel serein, bien éclairé par le soleil, dont la lumière étoit seulement interceptée pour quelques instans par des nuages légers qui passant au-dessous en diminuoient l'éclat. On les vit pendant quatre heures, jusqu'à ce que le soleil fût tout-à-fait couvert par les nuages qui s'accumulèrent. Une des circonstances de ce phénomène ne

nous laiſſe aucun doute ſur la matière qui ſert à réfléchir les rayons du ſoleil, & à former ces météores: cette queue viſible dans un des parélies ne marquoit-elle pas la colonne principale, par laquelle s'étoit faite l'élévation des vapeurs, qui portées à une certaine hauteur de l'atmoſphère, condenſées enſuite & rapprochées par la fraîcheur qui y dominoit, étoient devenues propres à réfléchir les rayons du ſoleil, aſſez directement pour rendre ſon image peinte des mêmes couleurs, mais plus éclatantes que celles de l'arc-en-ciel, & des autres météores de ce genre.

C'eſt ſur-tout au printems qu'on voit le plus communément les parélies, lorſque l'évaporation eſt la plus abondante, que les vapeurs & les exhalaiſons commencent à être plus légères; que le ſoleil a déja aſſez de force, pour les mettre en mouvement & les atténuer, & n'a pas aſſez d'ardeur pour les diſſiper promptement. On les obſerve particulié-

rement dans les climats ſeptentrionaux ; & au-deſſus des terres humides, ou couvertes de bois taillis, où l'humidité eſt conſtante, l'évaporation ſenſible ; l'atmoſphère qui les environne eſt remplie de vapeurs plus condenſées, & alors diſpoſées de manière à raſſembler plus aiſément les rayons lumineux.

Quand ces météores paroiſſent plutôt, & que la température de l'air eſt favorable à leur formation dès le mois de février, il ſemble qu'ils préſentent alors plus de variétés que dans toute autre ſaiſon. Les obſervations que nous allons rapporter à ce ſujet étant fort détaillées, elles répandront un nouveau jour ſur les principes que nous venons d'établir.

Le 27 février 1721, depuis trois heures après midi juſqu'à quatre, M. Maraldi obſerva autour du ſoleil, quatre faux ſoleils ou parélies ; & d'après cette obſervation, l'hiſtorien de l'académie (*mém.* 1721), explique ce que ces phéno-

mènes ont de commun entr'eux, & quelles en ſont les cauſes en général.

On voit quelquefois des couronnes autour du ſoleil ; ce ſont des cercles qui ont cet aſtre pour centre, dont l'aire ſe fait remarquer par un certain éclat particulier, dont les bords ont encore plus de cet éclat, & ſont aſſez ſouvent colorés. Le demi-diamètre de ces couronnes eſt preſque toujours de vingt-deux degrés, ou un peu plus. On en obſerve de pareilles autour de la lune, même autour des étoiles. Quelquefois les couronnes ne ſont que des cercles ; c'eſt-à-dire qu'elles n'ont point cette aire brillante, mais ſeulement des circonférences colorées comme l'arc-en-ciel, & environ de la même largeur, ainſi que nous en avons rapporté plus d'un exemple. Le plan de ces cercles, eſt quelquefois le même que celui du diſque du ſoleil ; quelquefois il eſt horiſontal, & le ſpectateur en a une partie devant lui, & l'autre derrière ; alors leur cir-

conférence passe par le soleil.

Il peut y avoir en même-tems deux différens cercles, tous deux concentriques au soleil & colorés. Dans l'observation dont nous rendons compte, il y en avoit deux; mais parce que le second, ou le plus grand avoit un demi diamètre, double de celui du premier & que le soleil étoit peu élevé, il ne paroissoit que la moitié supérieure du second. Quand il y a des parélies, ils sont sur ces cercles, & ont leur largeur pour diamètre. Souvent on en voit plusieurs à la fois. Les uns sont tout blancs & de couleur argentée, les autres colorés à leurs bords. Ils gardent entr'eux un certain ordre de position. Ceux qui sont de même espèce, c'est-à-dire, tout blancs ou colorés, sont aux extrémités d'un même diamètre de leur cercle, ou du moins à égales distances d'un même diamètre vertical ou horisontal. Quelquefois ces parélies ont des queues qui sont opposées au soleil, & vont en di-

minuant depuis le corps du parélie jusqu'à leur extrémité, qui se termine en pointe. Elles sont communément ondoyantes & agitées : nous avons dit plus haut ce qui pouvoit en occasionner l'apparence.

Aux cercles concentriques au soleil, & qui sont dans le même plan, il se joint quelquefois un arc d'un autre cercle qui s'adosse aux premiers, en touchant ou en coupant un peu leur convexité par la sienne. Dans l'observation de M. Maraldi, chacun des deux cercles concentriques au soleil avoit un arc adossé. Quand les cercles sont horisontaux, & que leur circonférence passe par le soleil, il y a quelquefois un ou deux cercles plus petits, verticaux & concentriques au soleil qui coupent le cercle principal. Dans tous les cas que nous venons de rapporter, à toutes les intersections, ou points d'attouchement des cercles, il y a des parélies.

Quelquefois la continuité des cercles paroît interrompue, ainsi

qu'il arrive à l'arc-en-ciel, aux *halos* ou couronnes, par les mêmes causes dont nous avons rendu compte; mais l'œil du spectateur supplée aisément à ce qui manque au contour de la figure, & juge de ses causes & de son effet à-peu-près comme s'il la voyoit entière: d'autant mieux qu'il arrive assez souvent qu'elle se rétablisse dans les parties où elle n'étoit pas sensible, & qu'elle disparoisse dans celles où la lumière & les couleurs étoient d'abord les plus vives.

Voilà quelles sont les principales circonstances de ces phénomènes: outre les principes généraux de leur explication que nous avons déja posés, on peut ajouter que la différence qui se trouve entr'eux & les arcs-en-ciel est, 1°. que le phénomène de l'arc-en-ciel ou le spectateur est placé entre le soleil & la pluie ou le nuage sur lequel se fait l'apparence, est fort différent de celui des couronnes, & des parélies qui sont toujours du côté du soleil,

non-ſeulement par rapport à la poſition, mais à raiſon d'autres circonſtances qui ſeront détaillées; quoiqu'il y ait toujours entr'eux quelque conformité d'origine; les couleurs qui brillent dans les uns & dans les autres étant également produites par des rayons qui ayant rencontré quelque corps opaque l'ont pénétré, & ſont venus à l'œil après s'être rompus puiſqu'il faut toujours une ombre parfaite ou imparfaite, pour faire paroître les couleurs produites par les réfractions. 2°. Les couleurs des parélies demandent d'autres matières réfractives, que l'arc-en-ciel, & dans ces matières, différentes figures & différentes poſitions. M. Huighens a cru en donner une explication ſatisfaiſante dans le ſyſtême géométrique & phyſique qu'il a fait ſur tous ces météores: nous en avons déja dit quelque choſe relativement à l'état des vapeurs répandues dans l'atmoſphère, & ſur leſquelles ſe forment les couronnes & les halos.

Il ſuppoſe de petits globules, dont la partie intérieure ſoit denſe comme de la neige, & l'extérieure liquéfiée à-peu-près comme la pluie. La partie denſe empêchera le paſſage des rayons, & de-là viendra l'ombre néceſſaire ; & la partie plus liquide tranſmettra les rayons à l'œil, après qu'ils auront ſouffert deux réfractions qui les auront colorés. Dans ce ſyſtême le diamètre des couronnes dépend du rapport de la partie denſe du globule à la partie liquide ou moins denſe. La première ou le noyau du globule fait l'aire de la couronne, & l'autre en fait les bords colorés : l'éclat de l'aire ou la partie voiſine du phénomène ſimplement lumineux, vient des rayons qui n'ont pas laiſſé de traverſer les noyaux ou les intervalles qui ſe trouvent entre les globules, mais ſans réfractions régulières telles qu'il les faut pour ſéparer & démêler les couleurs. Ne ſeroit-il pas poſſible de ſuppoſer encore que cette apparence lumi-

neuſe eſt la réflexion ſimple d'une lumière plus vive qui produit les couleurs, & qui paroît ſur les vapeurs qui entourent le cercle coloré, à une diſtance égale, parce que la force de la réflexion eſt par-tout la même?

Pour rendre raiſon des parélies & de leurs apparences ſingulières, M. Huighens a ſuppoſé de petits cylindres formés de même matière que les globules, ayant un noyau cylindrique plus opaque que le reſte; il les donne comme autant de petites flèches glacées cylindriques, minces, ſuſpendues en l'air, directement de bas en haut & de haut en bas, contiguës. Dès-lors il eſt conſtant que tous ces corpuſcules réunis doivent intercepter une partie de la lumière du ſoleil, la rendre moins vive que lorſque le tems eſt ſerein, en un mot telle qu'on l'obſerve toujours quand il y a des parélies. Au moyen de cette hypothèſe que l'on ſuppoſe comme généralement admiſe, & des poſi-

tions différentes, horiſontales ou verticales dont ces petits corps glacés ſont capables, on pourra rendre raiſon de toutes les variétés de ces phénomènes.

Ces petites flèches glaciales ne ſont point imaginaires, Midleton & Ellis les ont obſervées dans l'Amérique ſeptentrionale; elles ſont ſenſibles à la vue, ont des effets marqués dont nous avons rendu compte dans la théorie générale de l'air : elles ſe trouvent donc naturellement dans notre atmoſphère, elles peuvent produire l'apparence des phénomènes dont nous parlons.

Huighens pour donner à cette hypothèſe toute la vraiſemblance dont elle eſt ſuſceptible, en fit faire d'artificielles qu'il ſuſpendit en l'air, & au moyen deſquelles parurent quelques traces des météores qu'il prétendoit expliquer par leur moyen. Cependant on lui diſputa la réalité du noyau blanc & opaque, ſur ce que les voyageurs au nord

avoient vu les flèches glaciales tout-à-fait tranſparentes : mais l'inventeur des cylindres ſuſpendus défendoit ſon hypothèſe , en ce que d'ordinaire après que ces météores avoient diſparu , il commençoit auſſi-tôt à pleuvoir ou à neiger, à moins qu'un vent de nord plus ſec & plus froid n'emportât au loin les vapeurs, & ne rendît à l'air une entière ſérénité. Les pluies glacées que l'on obſervoit quelque tems après ces apparences lumineuſes, étoient encore une preuve de la vérité du ſyſtême. Une obſervation, dit M. Maraldi, ſemble donner quelque poids à cette hypothèſe : la nuit du premier mars 1721 , deux jours après l'apparence des parélies du 27 février précédent, nous vîmes un grand nombre de glaçons longs & minces qui tomboient mêlés à terre avec un peu de pluie ; mais nous ne pûmes pas examiner plus particuliérement leur figure à cauſe qu'ils ſe fondoient en eau preſque auſſi-tôt qu'ils étoient

tombés. Il n'étoit pas étonnant que dans la neige fondue qui étoit la matière de cette pluie, on trouvât des petits glaçons, que diverses expériences apprennent, se former souvent à une hauteur médiocre, tandis que dans les régions supérieures de l'atmosphère il règne en même-tems une température plus douce, sur-tout s'il y a deux vents. Il est vrai que cette agitation de l'air n'est pas une disposition favorable à l'apparence des météores dont nous parlons : mais comme ils se montrent d'ordinaire par une température moyenne, lorsque les vapeurs commencent à être en dissolution, & que la pluie ou la neige sont prêtes à tomber, il ne s'ensuit pas, de l'hypothèse de Huighens, ni des observations que l'on cite pour la confirmer, que les parélies & les halos soient toujours formés sur des matières glacées.

On lit dans les mémoires de l'académie des sciences, (*an.* 1735, *pag.* 95.) que depuis le 15 janvier

jusqu'au 8 novembre, M. du Fay compta vingt-sept de ces météores qu'on peut nommer des parélies incomplets : or la disposition de l'air & sa température furent-elles toujours assez égales pour que les vapeurs fussent modifiées de même; & peut-on croire que dans toutes les saisons l'atmosphère soit toujours également chargée de glaçons, sur-tout à la hauteur moyenne où se forment ces météores? Il y eut souvent dans le cours de cette même année (1735) plusieurs jours de suite, où le ciel étoit tellement couvert de nuages, qu'il ne se pouvoit former aucune de ces apparences.

Un ciel très-serein & trop dénué de vapeurs, n'y est pas plus propre que lorsqu'il est couvert; & il paroît constant par l'observation, qu'on ne doit s'attendre à avoir de ces météores, soit complets, soit incomplets, que lorsque le ciel est rempli de ces nuages rares, qui ne couvrent point le soleil, mais ne

font qu'un peu affoiblir ses rayons & sur-tout lorsque cet astre approche de l'horison, parce qu'il s'y trouve une plus grande abondance des vapeurs propres à produire les réflexions & les réfractions nécessaires. Il est vrai que quelquefois ces vapeurs sont tellement répandues par-tout, que l'on voit de ces cercles colorés autour du soleil quoiqu'il soit à sa plus grande hauteur; mais il est si nécessaire que le ciel soit embrumé de la manière que nous venons de le dire, que toutes les fois que l'on remarque cette disposition de l'air bien établie, il est rare que l'on n'apperçoive pas quelques portions de halos ou de cercles colorés, plus ou moins étendues, & plus ou moins distinctes, suivant l'inégalité de distribution des nuages autour du soleil.

Cette théorie a été reconnue des plus anciens observateurs. Aristote, (*l. 3. des météores, ch. 2.*) dit que les fausses images du soleil paroissent ordinairement à son lever &

à ſon coucher, mais rarement à ſon zénith, quoique de ſon tems on eût obſervé ce phénomène ſur le boſphore, & cette exception à la regle générale a eu lieu plus d'une fois dans la ſuite des ſiècles qui ſe ſont écoulés depuis. Pline, (*hiſt. nat. l.* 2. *c.* 31.) rapporte qu'on a vu pluſieurs de ces météores durer depuis le lever du ſoleil juſqu'à ſon coucher : il indique les conſuls ſous leſquels on les obſerva; on en vit même un de cette eſpèce ſous le règne de l'empereur Claude : mais par toutes les obſervations recueillies juſqu'à ſon tems, dont il eut connoiſſance, on n'avoit jamais vu plus de trois parélies ou faux ſoleils en meme-tems. Il n'eſt pas rare d'en voir dans l'Amérique méridionale qui ſubſiſtent pluſieurs jours, tant que le ſoleil eſt ſur l'horiſon, ce qui dépend d'une conſtitution particulière de l'air propre à ces régions, où il eſt d'une denſité conſtante dans la plus grande partie de l'année, ſur-tout lorſque

l'évaporation eſt moyenne, & que l'obſcurité n'eſt pas aſſez grande pour intercepter la vue du ſoleil & l'effet entier de ſa lumière. On en a vu quelques-uns dans notre hémiſphère & dans notre zone, qui ont duré pluſieurs heures de ſuite, quoique le ſoleil fût à différentes hauteurs.

Le 16 mai 1743, vers les ſept heures & demie du matin, on obſerva à Reims un parélie très-marqué. C'étoit un grand cercle lumineux & coloré dont le ſoleil occupoit le centre, & dont le diamètre avoit environ quarante degrés de longueur, la largeur de ſon limbe pouvoit être de deux degrés. Une bande colorée & auſſi lumineuſe que le limbe, dirigée d'orient en occident, & d'environ un demi degré moins large en formoit le diamètre, & paſſoit par conſéquent par ſon centre & par le ſoleil. Aux deux extrémités de ce diamètre, étoient deux petits ſoleils aſſez mal formés, de figure ovale, & éloignés

du cercle de près d'un degré : la vivacité de leur lumière alloit jusqu'à ne pouvoir être regardée fixement. Les rayons qui en partoient étoient en plus grande quantité, ou plus denses que ceux du limbe lumineux, & dans celui de ces deux faux soleils, qui étoit vers l'orient, ils s'étendoient plus loin qu'ils ne faisoient dans son pareil, vers le côté opposé. Leur diamètre apparent n'étoit guère que le tiers de celui du véritable soleil. Vers le bord supérieur & septentrional du limbe du cercle, on voyoit une bande parallèle à la précédente, de même couleur & de même largeur vers son milieu, mais les extrémités se terminoient un peu en fuseau. C'étoit quant à sa longueur comme une tangente de trente degrés, sur le milieu d'un arc. Le ciel étoit serein excepté vers l'orient, où il y avoit quelques nuages, & le parélie subsista jusqu'environ dix heures.

Ces bandes & ces traînées de lu-

mière, dont il vient d'être parlé, sont la partie du phénomène où les différens observateurs semblent le plus varier entr'eux par la manière dont ils les décrivent. Dans tous les parélies qu'ils rapportent, ces bandes sont presque toujours formées, ou par les queues des faux soleils, lesquelles s'étendent en ligne droite de part & d'autre, & semble les joindre au véritable, comme ici peut-être dans la bande diamétrale; de sorte qu'ils ne paroissent qu'une continuation, ou, si l'on veut, un écoulement de sa lumière, ou par l'arc tronqué de quelqu'autre limbe beaucoup plus grand & qui joint les trois soleils, ou par le fragment d'un cercle qui touche celui qui a le soleil pour centre, comme pourroit être encore ici cette espèce de tangente de trente degrés.

Les apparences variées de ces météores, les accidens qui s'y trouvent, & qui y font voir des proportions & souvent des figures dif-

férentes, à les bien considérer dans leurs causes & leurs effets, ne sont cependant que la même opération, ou, si l'on veut, le même jeu de la nature, aussi-bien que l'arc-en-ciel tel qu'il se présente à nos yeux. Ce qui fait que les parélies semblent si différens entr'eux, c'est qu'il manque des parties à quelques-uns par le défaut des matières réfringentes ou réfléchissantes, ou parce qu'elles sont différemment modifiées, ou parce que les couleurs y sont foibles & obscurcies par d'autres endroits voisins trop éclairés, ou parce que dans des parties douteuses l'observation n'a pas été faite exactement; ce qui dépend encore de la position où se trouve l'observateur, relativement à des objets intermédiaires, soit fixes, soit passagers, qui peuvent occasionner dans l'air une condensation ou une raréfaction locale. Au reste, dans ces phénomènes, l'ordre, la grandeur, la disposition des parties gardent assez d'unifor-

mité ; il n'y a guère que le nombre qui varie, & si l'on avoit sûrement le plus complet de ces météores qu'il soit possible, il les représenteroit tous, & on les étudieroit tous dans un seul.

Quant aux parélies blancs qui se trouvent toujours à l'intersection des deux cercles ou arcs, ils ne tiennent point leur blancheur comme on pourroit le croire, de ce que les couleurs de deux arcs-en-ciel qui se coupoient en ces endroits se sont confondues. Car si on fait tomber l'une sur l'autre deux images colorées du soleil produites par deux prismes différens qui donnent les véritables couleurs de l'arc-en-ciel, il ne résulte jamais du blanc de cette complication de lumière & de rayons colorés ; ainsi ces sortes de parélies doivent être produits par de simples réflexions de lumière qui ne donnent jamais de couleurs. (*v. les mém. de l'acad. des sciences*, *ann.* 1721 & 1743).

Il faut remarquer encore que ces phénomènes

phénomènes ne ſont pas viſibles en même tems dans des lieux de la terre un peu éloignés l'un de l'autre, mais ſeulement dans un canton particulier : ce qui marque qu'ils ſont fort proches de la terre, & à peu près à l'élévation des halos & des couronnes : dont la diſtance meſurée a toujours prouvé qu'ils ſe formoient dans la région inférieure de l'atmoſphère. Muſſenbroek (§. 2460.) dit préciſément qu'il eſt rare qu'on puiſſe obſerver les parélies en même tems de deux endroits, quoiqu'à peu de diſtance l'un de l'autre. On ne vit point à Utrecht ceux qui parurent à Harlem le 22 février 1734. On n'obſerva pas non plus à Utrecht les deux paraſélènes qui ſe firent voir avec leurs cercles le 12 mars de la même année à Catwyk, Leyde & Koudekerk.

Muſſenbroek obſerva à Leyde le 18 octobre 1753, un parélie qui dura depuis huit heures du matin juſqu'à dix heures & un quart. Il

étoit situé à la partie occidentale du soleil & à la même hauteur que cet astre qui étoit alors de dix-huit degrés sur l'horison; il parut ensuite s'élever un peu plus, il n'étoit éloigné du soleil que d'environ trente degrés. La lumière que rendoit ce parélie étoit assez sombre & semblable à celle du soleil que l'on voit à travers les nuages. Il paroissoit avoir le même diamètre que cet astre, quoiqu'il fût assez mal terminé; de chaque côté du faux soleil partoit une queue lumineuse parallèle à l'horison, & qui s'étendoit dans la longueur d'environ vingt-cinq degrés : l'une & l'autre étoient tout-à fait blanches & très-éclairées à leur origine; mais la lumière alloit toujours en diminuant jusqu'aux extrémités où elles étoient à peine visibles; elles se terminoient en pointe & se perdoient dans les nuages. Il partoit encore du faux soleil une troisième queue lumineuse qui s'élevoit verticalement; elle étoit plus large

que les autres, & avoit environ douze degrés de longueur. Ne faisoit-elle point portion de quelque arc, dit Mussenbroeck (§ 2457)? C'est ce que je ne puis assurer : mais l'on y voyoit toutes les couleurs de l'arc-en-ciel très-vives & bien distinguées : la couleur rouge tournée du côté du soleil & le violet à l'opposite. Les couleurs de cette queue s'affoiblirent assez promptement, & ne laissèrent qu'une trace blanche & éclairée qui marquoit toujours la place qu'elle avoit occupé.

Dans le même tems il paroissoit à quarante-sept degrés au-delà du soleil, un arc lumineux d'environ quatre-vingt dix degrés, qui avoit pour centre le zénith de l'observateur, dont la convexité étoit tournée du côté du soleil, qui avoit la largeur & les couleurs ordinaires d'un arc-en-ciel très-brillantes & très-marquées, le rouge tourné vers le soleil, & le violet vers la partie intérieure de ce même arc qui ré-

pondoit à ſon centre. L'air, pendant la durée de ce phénomène, n'étoit pas abſolument ſerein, on y remarquoit un brouillard clair & quelques petits nuages blancs : on ne ſentoit alors aucun vent, mais l'après-midi il s'éleva un vent de ſud-oueſt qui devint très-violent pendant la nuit. (*v. les mém. de l'acad. des ſciences, ann.* 1733.)

Les différentes apparences de ce phénomène, les diſpoſitions de l'air qui ſe ſoutinrent dans le même état, prouvent qu'effectivement l'atmoſphère étoit aſſez tranquille; au moins dans ſa partie inférieure; mais le changement de couleur rapporté dans l'obſervation, indique un changement de modification dans la maſſe des vapeurs, ſur leſquelles ſe faiſoient la réflexion & la réfraction des rayons lumineux, & dès-lors ſuppoſe quelques mouvemens qui ſe faiſoient plus haut, occaſionnés ſoit par l'action du ſoleil, ſoit par des petits vents locaux très-legers, mais capables de

condenser les vapeurs ou de les raréfier. On sait, par une longue suite d'observations faites dans tous les climats connus, que ces petits vents en annoncent de plus forts, & peut-être contribuent-ils avec le soleil à la formation des parélies & à leurs variations. On ne peut pas même conclure du calme qui règne à la surface de la terre, qu'il soit le même plus haut dans l'atmosphère: les changemens qui s'y font, que les phénomènes dont nous parlons rendent sensibles, indiquent quelque mouvement local. Les nuages qui deviennent plus obscurs, & qui en se répandant agissent sur la colonne de l'air, en déterminent le mouvement; & si les mêmes phénomènes se renouvellent ou se continuent, c'est sur une autre matière modifiée sans doute de la même façon, & qu'il est bien difficile de croire toujours glacée malgré tous les changemens qui arrivent dans la masse de l'air. Il est vrai que Descartes a prétendu que tous

les nuages en général étoient composés d'une matière glacée : nous avons dit plus haut ce que nous en pensions, & une multitude d'observations que ce célèbre philosophe n'avoit pu faire, nous apprennent positivement le contraire. Qu'en conclure ? sinon que, comme il est démontré que les vapeurs sur lesquelles se forme l'arc-en-ciel ne sont pas ordinairement des petits cylindres glacés, les vapeurs sur lesquelles paroissent les parélies, sont de même qualité que celles qui donnent l'apparence de l'arc-en-ciel ; c'est le résultat le plus naturel de toutes les observations que nous avons rapportées jusqu'à présent. Sans doute encore que l'origine de ces météores différens est la même à bien des égards, & si les parélies nous occupent plus que l'arc-en-ciel, c'est qu'ils ne sont pas communs, ou que leur cause est plus éloignée de nos regards. Souvent on peut s'assurer à la vue de la figure qu'ont les vapeurs ras-

ſemblées dans l'air au moment de la formation de l'arc-en-ciel : on peut même les toucher, pénétrer dans leur maſſe ; on n'en a jamais pû faire autant pour les parélies : il a donc fallu imaginer quelle pouvoit être la diſpoſition & la figure des vapeurs & des nuages ſur leſquels on les obſervoit. Ces phénomènes ſont plus compoſés, & on a ſuppoſé différentes modifications de la matière qui répondiſſent aux variétés qu'ils préſentent : il ne reſte qu'à juger ſi l'on en a trouvé une qui convînt à tous les climats & à toutes les ſaiſons, au moyen de laquelle on puiſſe expliquer les variétés de ces apparences. Si ce que nous penſons à ce ſujet peut être compté pour quelque choſe, il nous paroit vraiſemblable que, comme les apparences ſont à peu près les mêmes dans tous les lieux où ces phénomènes ont été obſervés, ils peuvent paroître ſur des matières différemment modifiées, glacées ou fluides, pourvu qu'elles ſoient

disposées de façon à réfracter & à réfléchir les rayons de la lumière, ou du moins à les réfléchir.

§. XI.

Trois soleils perpendiculaires & autres phénomènes de cette espèce.

Tous les phénomènes dont nous avons parlé jusqu'ici ont quelque ressemblance avec ceux que l'on voit ordinairement, & dont les observations des siècles les plus reculés, comme celles faites de notre tems, nous assurent l'existence. Mais il y en a peu d'aussi singuliers que celui que M. Cassini observa le 18 janvier 1693, au lever du soleil. (*Voy. les mém. de l'acad. des scien. tom.* 10, *pag.* 159.)

Le ciel étoit alors couvert de nuages à l'orient, à la réserve de l'endroit de l'horison où le soleil devoit se lever, qui étoit découvert jusqu'à la hauteur d'un degré ou un

peu moins. A 7 heures & 38 minutes du matin, on apperçut d'abord en cet endroit une lumière éclatante, qui étoit de la largeur du diamètre apparent du ſoleil, & qui s'élevoit perpendiculairement juſqu'aux nuages : enſuite on vit paroître dans cette lumière, entre des brouillards éclairés, l'image du diſque entier du ſoleil, d'où ſortoient des rayons perpendiculaires à l'horiſon, qui alloient finir en pointe à la hauteur de dix degrés. M. Caſſini qui d'abord avoit pris ce premier phénomène pour le ſoleil, fut ſurpris de voir à l'horiſon le bord ſupérieur du véritable ſoleil, auſſi brillant qu'il eſt ordinairement quand le tems eſt ſerein. Cet éclat le fit bientôt diſtinguer du faux ſoleil, qui paroiſſoit encore tout entier au-deſſus de la même ligne verticale, de la même grandeur, & de la même figure que le vrai ſoleil, qui éclairoit les nuages par ſes rayons perpendiculaires.

Peu après le véritable ſoleil s'étant caché preſque tout entier dans les nuages, M. Caſſini fut encore plus ſurpris de voir au-deſſous un troiſième ſoleil de la même grandeur que le premier, de la même figure & dans la même ligne verticale. Ce dernier ſoleil avoit au-deſſous de lui une traînée de lumière qui reſſembloit à celle que le premier avoit au-deſſus, & qui s'élevoit de l'horiſon. Cependant le premier faux ſoleil paroiſſoit encore, mais ſes rayons perpendiculaires commençoient à s'affoiblir & à ſe racourcir; enfin l'un & l'autre s'effaçant peu à peu, ils diſparurent entièrement tous deux à 7 heures 58 minutes. Aucune obſervation ne nous apprend que l'on ait jamais vu de parélies auſſi proches du ſoleil que les deux dont il eſt queſtion ici, qui n'en étoient éloignés que de trente-quatre minutes environ, un peu plus d'un demi-degré, au lieu que les centres des parélies ordinaires ſont le plus

communément éloignés de vingt-deux degrés & demi, de quarante-cinq & même de quatre-vingt-dix. Comme ce phénomène est très-rare, il faut que les causes qui concourent à le former ne se rencontrent que rarement : on ne les assignera donc pas, & on se contentera d'établir une hypothèse qui puisse aider les observateurs, & les assurer sur les conjectures qu'ils peuvent former à ce sujet.

Les parélies ordinaires se font par la réfraction & la réflexion des rayons du soleil, ceux-ci sembloient formés par la réflexion seule : ils n'avoient aucune diversité de couleurs : ils étoient aussi bien terminés que le soleil même quand il est à l'horison : ils étoient de la figure & de la grandeur de l'astre, seulement un peu plus pâles. Il faut donc chercher dans l'air des corps qui soient capables de réfléchir les rayons, des vapeurs modifiées de manière à faciliter ces apparences. On peut supposer 1°. que lorsque

ces météores parurent, l'air étant très-froid, il s'y trouvoit quantité de feuilles de glace fort unies, plates & minces, dont les ſurfaces étoient parallèles, tout de même que ſont les feuilles de glace qui compoſent ſouvent les petits flocons de neige lorſqu'elle tombe en étoiles, & qui étant couchées les unes ſur les autres, forment les grains de gelée blanche, comme on le voit à l'aide du microſcope. 2°. Pluſieurs de ces feuilles étoient inclinées vers les rayons du ſoleil qui venoient à l'œil du ſpectateur, & les unes étoient plus inclinées de dix-ſept minutes que les autres ; ces dix-ſept minutes étant la moitié de la diſtance apparente entre le centre du ſoleil & ceux des parélies. 3°. Le rayon central du ſoleil, qui peut ſe diviſer en des rayons plus foibles, rencontrant obliquement une de ces feuilles, ſe partageoit en deux autres rayons, dont l'un paſſoit au travers de la feuille de glace ſans ſe détourner ſenſible-

ment, par les deux réfractions faites dans ses surfaces peu éloignées l'une de l'autre, & venant jusqu'à l'œil du spectateur, lui représentoit le centre du vrai soleil, tandis que l'autre rayon se réfléchissant faisoit l'angle de réflexion égal à celui d'incidence, suivant la loi ordinaire des réflexions. 4°. Ce rayon réfléchi rencontroit quelques-unes de ces autres feuilles de glace inclinées de dix-sept minutes vers la première du côté de l'œil du spectateur; de-là il étoit réfléchi vers le rayon direct continué vers l'œil, & il faisoit avec ce rayon un angle de trente-quatre minutes, double de l'inclinaison mutuelle des feuilles de glace. 5°. Enfin, quelques-unes de ces feuilles de glace étoient à une telle distance des autres, que ce même angle de trente-quatre minutes se faisoit à l'œil du spectateur : ainsi ce rayon réfléchi deux fois, faisoit voir dans la seconde feuille de glace le centre du parélie, éloigné de trente-qua-

tre minutes du centre du ſoleil, conformément à l'obſervation.

Il faut convenir que cette hypotèſe, dans la ſaiſon, & à l'heure de l'obſervation rapportée, paroit établie ſur l'état même où devoient être les vapeurs répandues à l'horiſon, ſur leſquelles ſe formèrent les météores ſinguliers dont nous venons de parler. Ces diſpoſitions ne ſont pas fréquentes dans nos climats, parce qu'il eſt rare que, dans un air épais & condenſé, tel qu'il eſt ordinairement en hiver, on jouiſſe d'un ciel aſſez ſerein pour faire des obſervations exactes. Ces phénomènes devroient être plus communs dans les terres polaires, lorſque le froid y eſt ſi rude, la terre ſi reſſerrée, que l'évaporation étant en quelque ſorte tout-à-fait arrêtée, & la plus grande quantité des vapeurs diſperſées dans l'atmoſphère étant retombées par leur propre poids à la ſurface de la terre, laiſſent briller de tout leur éclat les longs crépuſcules qui précèdent

le retour du ſoleil. Il s'y forme des apparences de cette eſpèce qui préſentent l'image du diſque du ſoleil, quelquefois entière hors de l'horiſon, quelquefois partagée par l'horiſon même. Elles font illuſion à ces malheureux navigateurs qui, ne comptant pas ſur un retour ſi prochain de cet aſtre bienfaiſant après lequel ils ſoupirent, croient que l'auteur de la nature fait un prodige pour abréger le tems de leurs ſouffrances. Ils jouiſſent quelquefois deux ou trois jours de ſuite de cette apparence trompeuſe : l'air change de diſpoſition, le faux ſoleil ne paroit plus, ils ſont dans l'étonnement & l'inquiétude juſqu'à ce que le retour réel & reglé du vrai ſoleil, & ſa hauteur qui augmente chaque jour, ne les perſuade que l'aſtre qu'ils attendent renaît en quelque ſorte pour eux. Il n'eſt pas douteux que les feuilles de glace ſuppoſées dans l'air à peu de diſtance de l'horiſon, ne ſoient très-capables de donner lieu à l'exiſtence

de ce phénomène qui eſt un véritable parélie : le froid énorme qui règne dans ces climats affreux, ne permet pas de concevoir les vapeurs répandues dans l'air, autrement modifiées. Mais comment ſe perſuader que dans la plus belle ſaiſon, à la fin du printems, à plus de quarante-cinq degrés du pole, les parélies qui ſe forment dans les climats les plus doux de l'Europe, ſoient repréſentés ſur des feuilles de glace réunies en aſſez grande quantité dans une atmoſphère déja fort échauffée ? c'eſt cependant à cette cauſe que l'on attribuoit l'apparence du phénomène que nous allons rapporter.

Le 13 mai 1699, entre neuf & dix heures du matin, le ciel donna à Marſeille un aſſez beau ſpectacle; un grand cercle blanc & vivement marqué, de ſoixante-neuf degrés de diamètre, paſſant ſur le centre du ſoleil, s'étendoit ſur des nuées ou des vapeurs parallèlement à l'horiſon, ayant ſon centre dans une

ligne perpendiculaire tirée du zénith. Un autre cercle de vingt-deux degrés ou environ couronnoit le ſoleil, & avoit le même centre. Dans les deux points où cette couronne & le cercle horiſontal ſe coupoient, M. Chazelles vit deux parélies mais foibles, & le P. Feuillée qui obſerva auſſi ce météore à Marſeille, en vit encore quelques-autres mal formés au-delà des interſections, & à diverſes repriſes. Ce phénomène dura en tout près de deux heures & demie. On dit alors à ce ſujet, & on a répété depuis, que ce ſont une infinité de petites parcelles de glace flottantes dans l'air, qui cauſent ces apparences; elles multiplient le ſoleil, ſoit en rompant ſes rayons & le faiſant paroître où il n'eſt point, ſoit en le réfléchiſſant comme des miroirs. (*Voy. les mém. de l'acad. des ſcien. an. 1699. hiſt. pag.* 31.)

Nous n'ajouterons rien à ce que nous en avons dit plus haut, ſinon qu'il eſt difficile que le même phé-

nomène ſoit produit par une cauſe uniforme à toutes les latitudes & dans toutes les ſaiſons : il eſt plus naturel de penſer qu'en hiver même les rayons du ſoleil frappant ces particules glaciales, les fondent & les réduiſent en gouttes fort atténuées, telles que ſont celles ſur leſquelles ſe forment d'ordinaire les arcs-en-ciel & les halos.

Le phénomène ſingulier que M. Caſſini obſerva le 18 janvier 1693, avoit été précédé d'un autre dans lequel il ne parut que deux ſoleils, le véritable & ſon image très-bien réfléchie. On le vit le 5 février 1674 à Marienbourg en Pruſſe, au coucher du ſoleil. Cet aſtre paroiſſoit dans un ciel aſſez ſerein partout ; il étoit encore à quelques degrés au deſſus de l'horiſon, brilloit beaucoup & dardoit de longues traînées d'une lumière rougeâtre, qui s'étendoient juſqu'à quarante ou cinquante degrés, en ſe dirigeant vers le zénith.

Au-deſſous du ſoleil, entre cet

aſtre & l'horiſon, étoit un petit nuage foible de couleur, ſous lequel on voyoit un faux ſoleil, dont le diamètre apparent étoit le même que celui du véritable. Ce faux ſoleil ſe trouvoit dans le même vertical, & ſa couleur étoit d'abord aſſez rouge, mais à meſure que le vrai ſoleil deſcendoit vers l'horiſon & s'approchoit du nuage, la lumière du parélie devenoit plus éclatante & plus ſemblable à celle du vrai ſoleil, ce qui ne fit qu'augmenter juſqu'à ce que le ſoleil ſe confondit avec ſon image, & qu'on ne vit plus qu'un ſeul diſque. Ce phénomène fut extraordinaire en ce que le faux ſoleil ne parut point à côté du véritable, & ſur les bords d'un cercle coloré à quelque point d'interſection d'une bande lumineuſe & d'un autre cercle, comme il arrive dans les parélies ordinaires, mais perpendiculairement au-deſſous. Il étoit encore remarquable par ſon éclat étonnant, ſur lequel les regards ne pouvoient pas plus ſe

fixer que sur le vrai soleil. La queue lumineuse qui en partoit pour s'élever au zénith, étoit beaucoup plus brillante que ne le sont ordinairement ces sortes de météores, ce que l'on ne pouvoit attribuer qu'à la disposition actuelle de l'air & à la quantité de particules nitreuses très-atténuées qui y étoient répandues, & qui contribuèrent à la forte gelée qui suivit de près & dura jusqu'au 25 de mars. Pendant tout ce tems le golfe de Dantzick fut glacé depuis cette ville jusqu'à Hola dans la mer Baltique. (*Voy. les transact. philosoph. an.* 1674. *n.* 102.)

M. de Malezieu observa à Sceaux le soir du 24 octobre 1722, trois soleils les uns au-dessus des autres dans une même ligne verticale. Ces trois images bien terminées se touchoient les unes les autres. Le véritable soleil étoit au milieu & celui qui étoit au-dessous atteignoit l'horison; ils disparurent tous les trois dans l'ordre où ils étoient

placés, & en se suivant. Lorsque celui qui étoit le plus élevé demeura seul, sa lumière n'étoit pas moins vive que celle du véritable soleil. Un vent de nord souffloit pendant l'apparence de ce phénomène, & l'air étoit très-froid ; le village de Sceaux, le château & la campagne voisine furent alors éclairés d'une lumière fort rouge, qui parut très-extraordinaire à ceux qui ne virent point le phénomène, que l'on ne pouvoit observer que dans le voisinage de l'église.

M. Bouguer a vu plusieurs fois sur les montagnes du Pérou deux soleils dans le même vertical, qui se touchoient & descendoient également vîte : celui du dessus suivoit immédiatement celui du dessous, & qui passoit sous l'horison, la lumière du soleil inférieur étoit moins vive quoique son disque fût aussi bien terminé que celui du soleil supérieur.

En rapprochant les différentes observations les unes des autres,

on ne voit point de cauſe plus propre à établir dans l'air les diſpoſitions favorables à la production de ces météores brillans que les exhalaiſons nitreuſes répandues accidentellement dans l'atmoſphère; elles doivent donner aux vapeurs aqueuſes la ſolidité néceſſaire pour réfléchir les rayons lumineux ſans les rendre trop obſcures. Il eſt conſtant que la neige envoie en l'air une grande quantité de ces exhalaiſons par l'évaporation qui lui eſt particulière, & c'eſt probablement ce qui rend les parélies ſi communs au-deſſus des terres qui en ſont habituellement couvertes, comme le ſont les montagnes du Pérou, les régions de l'Amérique ſeptentrionale, & les pays voiſins des poles, où l'on a fait quelques obſervations. Ce ne doivent point être ces flèches glaciales, vues par M. Ellis, à la baie de *Hudſon*, elles ſont trop peſantes pour s'élever ſi haut, le nitre de la neige contribue ſans doute à leur forma-

tion. Mais des exhalaiſons de la même matière plus atténuées, doivent être portées à une plus grande hauteur, ſe mêler aux vapeurs déja fort épaiſſes répandues dans l'atmoſphère, & y produire les parélies fréquens que l'on y obſerve. On en voit, diſent les voyageurs au nord, juſqu'à ſix à la fois, ſpectacle fort ſurprenant pour un Européen. Le ſoleil ne ſe lève & ne ſe couche point ſans un grand cône de lumière qui s'élève perpendiculairement au-deſſus de ſon diſque (phénomène que l'on obſerve ſouvent dans l'Allemagne ſeptentrionale,) & ce cône n'a pas plutôt diſparu avec le ſoleil couchant, que l'aurore boréale en prend la place, & lance ſur l'hémiſphère mille rayons lumineux avec des couleurs variées. Lorſque nous parlerons plus bas de l'aurore boréale, nous verrons que les matières nitreuſes & ſulphureuſes contribuent preſque ſeules à ſa formation, lorſqu'elles ſont très-élevées, & dès-lors plus atténuées

qu'elles ne doivent l'être dans la région inférieure de l'atmosphère, où elles sont mêlées avec une trop grande quantité de vapeurs aqueuses pour produire aucun effet aussi brillant.

Lorsque la rigueur du froid vient à se tempérer, c'est alors que l'on voit dans ces régions des parélies bien plus éclatans que ceux que nous observons dans nos climats. En 1596, le 2 de juin, à la hauteur de soixante-neuf degrés vingt-quatre minutes, les Hollandois eurent un spectacle des plus curieux en ce genre, à dix heures & demie du matin : le soleil avoit de chaque côté un parélie, & ces trois soleils étoient traversés par un arc-en-ciel. On voyoit en même-tems deux autres arcs-en-ciel, l'un qui entouroit les soleils, l'autre qui traversoit la rondeur du vrai soleil, dont la partie la plus basse étoit élevée de vingt-huit degrés sur l'horison. Ces régions étoient alors encore couvertes de neiges & de glaces.

A la fin du mois d'août 1653, ſur les côtes du Groenland, vis-à-vis de l'Iſlande, les gens de l'équipage d'un vaiſſeau Danois, virent vers cinq heures du matin trois ſoleils l'un au-deſſus de l'autre, dont l'éclat étoit ſi ſemblable qu'on pouvoit difficilement diſtinguer le véritable des deux autres. Ce phénomène fut ſuivi d'une violente tempête, qui chaſſa de côté & d'autre, dans une mer furieuſe, le vaiſſeau pendant un jour & une nuit, après quoi il ſe réfugia ſur les côtes d'Iſlande. (*Voyage au nord, ch. 9. tom. 7. des découvertes des Européens.*)

Le 8 décembre 1745, à Wilna en Lithuanie, on obſerva un phénomène de ce genre plus marqué & auſſi brillant que ceux dont nous venons de parler. On vit le ſoleil à ſon lever ſurmonté d'une eſpèce de pyramide lumineuſe & accompagné de deux faux ſoleils plus élevés & fort rouges, compris eux-mêmes dans deux autres pyramides

de lumière teintes des couleurs de l'iris, le rouge tourné vers le soleil. Ce phénomène dura environ deux heures. (*Mém. de l'acad. des scien. an.* 1745. *hist. pag.* 19.)

Lorsque ces météores se montrent dans des climats plus tempérés, il faut que les dispositions de l'air soient à peu près les mêmes. MM. Cassini étant le 7 décembre 1694, à la hauteur de Chiavari, sur la côte orientale de Gênes, à sept heures trente minutes; le soleil leur parut se lever à la pointe du cap Mesco, vingt minutes au moins plutôt qu'il ne devoit paroître; il avoit la figure d'une colonne de feu arrondie par le haut, & traversée d'un nuage qui se rétrécissoit à mesure qu'elle s'élevoit sur l'horison. Cette colonne prit ensuite la forme de deux soleils qui se touchoient, dont l'un étoit au-dessus de l'horison, & l'autre avoit au-dessous plus de la moité de son disque. Ils se séparèrent, & pendant que le véritable soleil s'élevoit,

l'autre difparoiffoit en s'abaiffant infenfiblement.

§. XII.

Parafélènes.

La lune de même que le foleil réfléchit fon image fur des vapeurs ou des nuages qui fe trouvent en oppofition avec elle. Les phyficiens ont donné à ce météore le nom de parafélène. On le voit en pleine lune, non-feulement à fon lever & à fon coucher, mais même lorfqu'elle eft à fon apogée, parce que fes rayons ne font jamais affez actifs, pour diffiper les vapeurs qu'ils femblent plutôt raffembler que diffoudre : c'eft peut-être ce qui eft caufe que les parafélènes durent beaucoup plus long-tems que les parélies : la preffion de la lune fur notre atmofphère & fon mouvement régulier paroiffent fouvent contribuer plutôt à la denfité des nuages & à leur confervation, qu'à leur raréfaction.

Les paraſélènes ſe forment de même que les parélies, par l'incidence des rayons lumineux, ſur une matière diſpoſée à les réfléchir; ainſi l'explication du premier phénomène doit ſervir pour celle du ſecond. On en a remarqué dans tous les tems & avant qu'on ne ſût par quel méchaniſme elles ſe formoient : on les regardoit plutôt comme le pronoſtic de quelque événement futur, ordinairement plus ſiniſtre que favorable, que comme un effet naturel de l'incidence des rayons de la lune ſur un nuage léger, ou ſur des vapeurs réunies dans l'atmoſphère.

On a vu pluſieurs paraſélènes en même-tems, dont quelques-unes étoient d'un diamètre apparent beaucoup plus étendu que celui de la lune, & on y a remarqué des queues blanchâtres parallèles, ou perpendiculaires à l'horiſon, qui comme dans les parélies ſervoient à indiquer la direction dans laquelle les vapeurs s'étoient répandues dans l'atmo-

ſphère. Les paraſélènes ſe forment indifféremment par les plus grands froids, comme dans les ſaiſons les plus tempérées. On a même obſervé que celles de l'hiver étoient plus brillantes, avoient des couleurs plus marquées que celles du printems ou de l'été; ſur-tout quand le vent avoit été nord eſt pendant quelque tems, & avoit dépouillé l'atmoſphère de toutes les exhalaiſons groſſières dont elle étoit chargée. Alors la lune brille de tout ſon éclat; ſes rayons ont toute leur activité, & leur réfraction doit être plus marquée ſur les nuages qui les arrêtent. On ſait que la lumière de la lune n'eſt jamais plus vive que dans les plus grands froids, lorſque le vent eſt nord & l'air ſans nuages. C'eſt ſans doute cette diſpoſition qui rend les paraſélènes ſi brillantes dans les terres ſeptentrionales.

On lit dans les actes de Leipſick, année 1684, que le trois février à huit heures & demie du ſoir, le ciel étant ſerein & l'air très-froid,

on vit quatre traînées de lumière blanche qui partoient du disque de la lune, & formoient entr'elles quatre angles droits. De ces quatre traînées lumineuses, les deux qui étoient parallèles à l'horison se prolongèrent de part & d'autre en se courbant vers un même point, & sur les onze heures du soir elles formoient un cercle entier qui étoit aussi parallèle à l'horison. Le premier cercle étoit coupé en quatre endroits par deux autres cercles lumineux qui étoient concentriques entr'eux & à la lune, & à chaque point d'intersection il y avoit une parasélène, ce qui en faisoit quatre en tout. Il y en avoit deux autres à la circonférence du premier cercle, & disposées de manière qu'elles formoient un triangle équilatéral avec la lune. On voyoit au-dessus du plus grand des deux cercles concentriques, lequel étoit aussi le plus pâle, un arc qui le touchoit par sa convexité. Cet arc avoit à-peu-près les couleurs d'un arc-en-

ciel ſecondaire, & il étoit portion d'un cercle égal au plus petit des deux cercles concentriques.

Les paraſélènes les plus proches de la lune n'étoient pas bien terminées ; on les eût priſes pour des portions d'arc-en-ciel, & elles brilloient des plus vives couleurs. La lumière des autres paraſélènes étoit plus foible à proportion de leur diſtance de la lune, & probablement parce qu'elles paroiſſoient dans une atmoſphère plus baſſe, & dès-lors plus denſe. Ce phénomène fut vu à Leipſick, à Dreſde, à Halle en Saxe, à Erfort, à Breſlau, il diſparut & s'effaça ſucceſſivement vers le milieu de la nuit.

M. Grandjean de Fouchi, obſerva un phénomène de cette eſpèce à Paris, la nuit du ſept au huit mai 1735, vers les onze heures un quart du ſoir. L'air étoit chargé de vapeurs, & de quelques nuages, mais ces derniers étoient aſſez près de l'horiſon, & comme le vent étoit ſud-oueſt, & la lune au ſud ſud-eſt,

ils laissèrent quelque tems à l'observateur la liberté de considérer le météore, & de déterminer la grandeur de ses principales parties, avec un astrolabe marin.

La lune étoit élevée d'environ vingt-un degrés, elle paroissoit assez claire, mais elle avoit une légère couronne de rayons qui se réunissoient en deux bandes, l'une parallèle & l'autre perpendiculaire à l'horison, & formoient une espèce de croix blanche, dont les branches après avoir diminué de largeur & d'éclat disparoissoient à douze degrés environ de distance de la lune. À vingt-trois degrés du côté de l'orient, dans la direction de la branche horisontale de la croix, paroissoit la parasélène composée d'une lumière blanchâtre assez vive : la partie tournée vers la lune étoit ronde & assez mal terminée, celle qui lui étoit opposée étoit moins claire, & aboutissoit à une longue queue de lumière sensible jusqu'à dix ou onze degrés.

Par le milieu de la paraſélène paſſoit un cercle lumineux qui s'étendoit à une même diſtance autour de la lune, juſqu'aux nuages près de l'horiſon qui en déroboient la vue. Ce cercle étoit d'une lumière très-vive, ſur-tout dans ſa partie ſupérieure, où l'on pouvoit remarquer un commencement d'arc renverſé. La lumière de ce cercle n'éclatoit que dans la largeur de deux à trois degrés, après quoi elle diminuoit inſenſiblement juſqu'à ſept ou huit degrés qu'elle diſparoiſſoit. A vingt-trois degrés & plus du cercle, c'eſt-à-dire à quarante-ſept degrés ou environ de la lune, il paroiſſoit un ſecond cercle concentrique au premier, mais d'une lumière très-foible, & qui n'avoit pas plus de deux degrés de largeur : ſon ſommet étoit élevé d'environ ſoixante-huit degrés ſur l'horiſon. Ces deux cercles n'étoient interrompus que par les nuages, & le phénomène dura dans cet état juſqu'à plus de minuit que les nuages le dérobè-

rent à la vue. (*Voy. les mém. de l'acad. des sciences, an.* 1735. *pag.* 585.)

Ces deux observations faites dans des climats différens, l'une dans le fort de l'hiver & par un froid rigoureux, l'autre au milieu du printems, par un tems beaucoup plus doux, plutôt chaud que froid & dans un air humide, donnèrent des apparences & une lumière tout autrement modifiées, avec des variétés également curieuses, que l'on voit avoir été occasionnées par la disposition de l'atmosphère & la température de la saison.

Il parut en France le 20 octobre 1747, un météore de ce genre plus curieux que ceux dont nous venons de parler, en ce qu'il se montra à deux tems différens sous des apparences variées; ce qui porte à conjecturer que plusieurs observateurs, placés à quelque distance les uns des autres, peuvent voir le même météore avec des accidens très-distingués.

Le ciel ſe couvrit le ſoir d'un brouillard léger, à travers lequel la lune paroiſſoit de couleur de feu. A huit heures quarante minutes le brouillard étoit diſperſé, mais l'atmoſphère reſta obſcurcie d'une nuée blanchâtre : dans ce moment un halo entoura la lune. On vit autour quatre ſegmens de cercles, dont deux au-deſſus du halo de dix degrés de longueur étoient concentriques, & avoient leur centre commun au zénith. Le ſegment de l'arc, répondant à la partie boréale du ciel, étoit de ſept degrés, & concentrique au grand cercle de la lune, qui étoit le centre commun de ces cercles, & d'où partoit la lumière qui les éclairoit : enfin la portion d'arc apparente ſous le halo & tournée du côté de l'horiſon, étoit de douze degrés.

On remarquoit une paraſélène dans le halo qui le coupoit dans le même plan que la lune paroiſſoit, & qui avoit une queue de quatre degrés qui s'étendoit juſqu'à la por-

tion de cercle de sept degrés du côté boréal du ciel. Le diamètre de la parasélène paroissoit de grandeur égale à celui de la lune ; ses couleurs étoient moins vives que ne le sont ordinairement celles des parélies, elles étoient effacées au côté qui répondoit à la lune : les vapeurs sur lesquelles se formoit l'apparence de la queue étoient si minces, que l'on distinguoit, à travers, les étoiles. La partie australe du phénomène étoit moins éclairée, & il n'y parut rien de remarquable.

C'est ainsi qu'on put observer ce phénomène jusqu'à neuf heures dix-huit minutes ; il fut caché alors par les nuages. Douze minutes après il se montra sous une forme nouvelle. Le grand cercle ou halo ayant la lune à son centre fut observé de nouveau, mais plus éclairé à la partie australe, & de ce côté on remarquoit un arc de quatre degrés concentrique au cercle de la lune, & en même tems deux parasélènes

opposées l'une dans la partie australe, l'autre dans la partie boréale, sur la même ligne l'une & l'autre; elles n'étoient pas aussi bien éclairées que la première, mais le cercle l'étoit beaucoup plus. Ces apparences cesserent à neuf heures quarante minutes, & le ciel devint serein par degrés (*cours de physique, &c. par Mussenbroek, tom. 3, in-4°.* §. 2474.)

Nous ne rapporterons pas un plus grand nombre d'observations sur les parasélènes : on voit qu'elles n'ont point d'autres causes que les parélies & qu'on peut en donner les mêmes explications. La grandeur des uns & des autres paroit égale à celle de l'astre qu'ils représentent : mais leur figure varie de tems en tems, car on en voit d'anguleux, leur éclat est quelquefois moins vif que celui de l'astre, quelquefois il l'égale. Lorsqu'il en paroit plusieurs en même tems, les uns sont plus lumineux que les autres; dans les parélies on remarque

ſouvent les couleurs de l'arc-en-ciel, & une queue par où la lumière ſemble ſe continuer au-delà, en diminuant à meſure qu'elle s'en éloigne. Les paraſélènes ſont auſſi quelquefois colorées, & auſſi ſouvent elles ne ſe font remarquer que par une lumière blanchâtre aſſez terne. Quant aux cercles, ſoit concentriques, ſoit excentriques, que l'on voit autour du halo ou cercle principal, on peut les regarder comme les bords de nuages légers ou d'amas de vapeurs ſur leſquels la lumière va ſe réfléchir, & auxquels on aſſigne une proportion déterminée, parce que c'eſt ſous cette meſure qu'on ſe les repréſente & qu'on les fait enviſager relativement aux cercles qu'ils avoiſinent ou qu'ils partagent. Il en eſt de même des bandes ou lignes qui ſe croiſent & produiſent des variétés ſingulières dans ces phénomènes, des cauſes & de la nature deſquelles il eſt de quelque utilité d'être inſtruit pour leur ôter tout

ce qu'ils présentent de merveilleux & d'étonnant, lorsqu'on les regarde comme des signes extraordinaires, & non pas comme l'effet naturel de la lumière des astres réfléchie sur les nuages ou les vapeurs qui se rencontrent en opposition avec eux dans l'atmosphère.

§. XIII.

Observations sur quelques autres phénomènes lumineux.

Le soleil à son lever & à son coucher produit des effets singuliers de lumière qui ont exercé en tout tems la curiosité des observateurs, & que souvent la crédulité des peuples a regardé comme la voix du ciel qui s'expliquoit sur des évènemens futurs, dont il a marqué le succès ou l'infortune par l'explication qu'il a donnée à ces prétendus prodiges. Nous ne nous arrêterons pas à réfuter les erreurs populaires

sur ce sujet : outre qu'elles sont encore enveloppées dans les ténèbres de l'ignorance où elles naquirent ; les choses ont tellement changé de face, les connoissances sont si répandues, il est si aisé de s'instruire, que les phénomènes de ce genre les plus singuliers, sont plutôt regardés comme un effet naturel de la lumière extraordinairement modifiée, que comme un pronostic de quelque évènement dans l'ordre moral ; & le peuple s'en tient à ce qui l'occupe aujourd'hui, à en tirer des indices très-équivoques de la pluie ou de la sérénité de l'air, de la gelée ou d'une température plus douce.

Cependant il y a des régions où le soleil ne se lève presque jamais sans donner un spectacle extraordinaire & frappant à ceux qui n'y sont pas habitués ; dans d'autres il produit des phénomènes accidentels qui tiennent à la disposition de l'air, nous allons en rapporter quelques exemples. Agatarchide, écri-

vain grec, qui vivoit environ 180 ans avant l'ère chrétienne, a fait une description de l'Afrique dont on trouve un extrait assez détaillé dans la bibliothèque grecque de Photius. Il y parle ainsi du lever du soleil dans les isles fortunées de l'Arabie au-delà de Ptolémaïs, aujourd'hui *Suaquem*, port de la mer rouge, que l'on peut estimer à une distance à peu près égale de la ligne & du tropique du cancer. D'abord, dit-il, on ne voit point là comme chez nous, la lumière ou le jour le matin avant que le soleil paroisse, & qui accoutume insensiblement les yeux à son éclat; mais aussi-tôt que les ténèbres de la nuit sont dissipées, le soleil brille & le jour s'établit en même tems que cet astre est visible sur l'horison. On croiroit que le soleil sort du milieu de la mer : il paroît semblable à un brasier enflammé qui jette des étincelles ardentes dans le cercle qu'il décrit & quelques-unes au-delà. Il ne se présente pas d'abord

ſous une forme ronde, mais on le voit comme une colonne épaiſſe, dont le haut eſt un peu plus rempli & en eſt comme la tête. Dans les premiers inſtans ſes rayons ſemblent concentrés & retenus au milieu du foyer; pendant toute la première heure, il ne ſe montre que comme un feu ſombre environné de brouillards; mais à la ſeconde heure on le voit dans tout ſon éclat comme un bouclier étincelant qui renvoie ſur la terre & ſur la mer une lumière ſi brûlante & ſi vive, que l'on ne connoit en aucun autre climat du monde de ſemblables effets du ſoleil & auſſi frappans. C'eſt du ſoleil d'Afrique que parle cet ancien auteur, qui dès-lors, comme de nos jours, brûloit la plûpart de ces terres, plutôt qu'il n'y répandoit une chaleur bienfaiſante. Mais à ſon *coucher*, ajoute le même auteur, *il ſe* montre d'une toute autre manière; car après qu'il s'eſt plongé ſous l'horiſon, il renvoie pendant trois heu-

res une lumière moins ardente, mais très-pure, brillante encore, quoique fort douce. Ce tems du ſoir eſt, ſelon les habitans du pays, le plus agréable de la journée, parce qu'alors la chaleur y eſt plus ſupportable (*a*). On peut juger par la dernière partie de cette deſcription de l'effet de la lumière ſur l'atmoſphère ſèche & brûlante de l'Afrique. Le mouvement qu'y a imprimé le ſoleil y conſerve plus longtems que par-tout ſon activité; il faut un aſſez long eſpace de l'abſence de cet aſtre, avant que les vapeurs s'y condenſent & perdent la chaleur & le mouvement, principes de lumière que le ſoleil leur avoit communiqués. Nous avons parlé ailleurs des effets de la température de ce pays, nous ne de-

(*a*) Diodore de Sicile, l. 3. n. 24. cite ce phénomène dans les mêmes termes à-peu-près qu'Agatarchide, & ſans doute après lui.

vons nous occuper ici que du phénomène lumineux qui doit être une ſingularité de cette région, ou cependant les crépuſcules devroient être auſſi courts qu'ils le ſont partout auſſi près de la ligne.

Le pere Feuillée, voyageant ſur les bords du fleuve de la Plata en Amérique, & obſervant le ſoleil à ſon lever, remarqua dans la partie du ciel qui répondoit à cet aſtre, des nuages élevés, rares, parallèles à l'horiſon, par les intervalles deſquels on voyoit le ciel azuré. Trois minutes après, le ſoleil ſe leva audeſſus du fleuve, & alors on ne pouvoit pas encore diſtinguer ſon limbe inférieur; en s'avançant ſur l'horiſon il formoit une colonne lumineuſe qui partoit du limbe ſupérieur, ſe portoit directement vers la terre & empêchoit de diſtinguer le limbe inférieur. La largeur de cette colonne étoit égale à celle du diſque du ſoleil, & ſubſiſtoit encore lorſqu'il étoit à ſix degrés d'élévation; elle prit enſuite une for-

me conique dont la baſe étoit tournée vers la terre, & dont le ſommet aboutiſſoit au limbe ſupérieur du ſoleil. A meſure que les nuages ſe diſſipèrent, le phénomène diſparut. Cette même apparence ſe fait remarquer aſſez ſouvent au lever du ſoleil & à ſon coucher; on voit alors une trace lumineuſe ou eſpèce de queue perpendiculaire à l'horiſon, de même largeur que le diſque du ſoleil, de neuf ou dix degrés de longueur & quelquefois plus. Cette eſpèce de météore ſe forme lorſque le ſoleil ſe trouve couvert de petits nuages parallèles à l'horiſon de peu de denſité, qui reſſemblent alors à des petites bandes noires déchirées vers leurs bords, & qui n'empêchent pas que le ſoleil ne brille de tout ſon éclat. Les vapeurs ainſi modifiées paroiſſent attachées au diſque de l'aſtre, ainſi que l'obſerva M. de la Hire le 11 mai 1702. Ellis fit les mêmes obſervations à la baie de Hudſon en 1741.

Des petits nuages ainsi disposés peuvent occasionner des phénomènes qui se présentent sous une forme merveilleuse, quand ils se trouvent en opposition avec le disque du soleil ou celui de la lune. C'est pour cette raison que l'on vit le 17 mai 1677, une croix blanche dans la lune, dont une des branches étoit parallèle à l'horison & l'autre perpendiculaire, leur longueur étoit d'environ douze degrés. C'est de cette manière que se forma la croix lumineuse que Constantin vit en l'air au-dessus de la campagne de Rome en 312, & qui, eu égard aux circonstances où il se trouvoit, devint le présage heureux de la victoire qu'il remporta sur Maxence.

Plus on rassemblera d'observations sur ces météores, & plus on sera persuadé, en les comparant les uns avec les autres, ainsi que nous l'avons fait, que par-tout leurs apparences tiennent à l'état de l'air, à la quantité de vapeurs dont il

eſt chargé, à leurs modifications & aux effets des rayons de lumière; qu'ils ſont néceſſaires & naturels dès que les circonſtances propres à les produire ſe trouvent réunies; que ces phénomènes aſſez différens les uns des autres en apparence, ſur-tout par le nombre des parties qui les compoſent, ne ſont jamais effectivement que le même phénomène, & que ce qui les fait paroître différens entr'eux, ce ſont des parties qui manquent à quelques-uns, parce qu'en ces endroits il ne s'eſt point trouvé de matières propres à les produire, ou parce que les couleurs y ſont trop foibles ou obſcurcies par d'autres endroits voiſins trop éclairés, ou enfin parce que dans les endroits douteux l'obſervation a été imparfaite. Ces réflexions fondées ſur l'expérience ſuffiſent pour rendre raiſon des variétés qui ſe trouvent dans les météores dont nous venons de parler.

Les obſervations ſuivantes ont pour objet des phénomènes ſingu-

liers qui dépendent des dispositions accidentelles de l'atmosphère ; ils tiennent à l'espèce des météores emphatiques, quoiqu'ils en soient distingués par quantité de circonstances.

On trouve dans la *magie naturelle* du père Scotto jésuite, la description d'un météore emphatique qui ne paroît que rarement, dont on suppose que la matière est répandue dans l'air, & dont les apparences se peignent à la surface de la mer. Cette description singulière est tirée d'une lettre du père Ignace Angelucci, écrite de Regio en Calabre au père Kirker, qui étoit alors à Rome, le 22 août 1643. On donnoit dans ce tems à ce météore le nom de Fée Morgane (*Fata Morgana*) c'est le titre que l'on a donné à la description qui en est imprimée à la tête des réflexions sur l'aurore boréale par M. *l'Abbé* Conti (*a*).

(*a*) *Riflessioni su l'aurora boreale, &c. in-4°. Venezia*, 1739.

Je

Je laiſſe les réflexions pieuſes du père Angelucci ſur le rapport que pouvoit avoir ce météore avec la ſolemnité du 15 du mois d'août, jour auquel il obſerva au ſoleil levant le phénomène dont il parle au père Kirker, je paſſe tout de ſuite à ſa relation.

La mer qui baigne la Sicile, ſe gonfla au point de devenir dans l'eſpace d'environ dix milles de longueur, comme le dos ou le ſommet allongé d'une montagne fort obſcure, & celle qui s'étend le long des côtes de Calabre, s'applanit & parut dans un moment comme un grand miroir de cryſtal tranſparent, dont le haut s'appuyoit ſur cette montagne d'eau, & le pied ſur le rivage de la mer de Calabre. On vit d'abord ſur ce miroir d'un clair obſcur, une file de plus de cent mille pilaſtres, auſſi larges & auſſi hauts les uns que les autres, tous à diſtances égales, éclatans de la même lumière, ſéparés par des ombres ſemblables,

& entre chacun d'eux l'enfoncement paroissoit être le même. Un peu après ces pilastres diminuèrent de la moitié de leur hauteur, se courbèrent en arc, & prirent la forme des aqueducs que l'on voit dans la campagne de Rome, ou des portiques du temple de Salomon : le reste de la mer continua de se montrer comme un miroir fort uni, jusqu'à l'espèce de montagne formée vers les côtes de Sicile. Peu après le spectacle changea & devint plus riche, il se forma sur toute la longueur de ces arcades une grande corniche sur laquelle s'éleva peu après une longue suite de châteaux tous d'une même forme & d'un même travail. Les châteaux & les tours se changèrent ensuite en une décoration en colonnade; peu après ce théatre s'étendit, & présenta deux fonds de perspective très-profonde, qui se changèrent après en une longue façade de dix rangs de fenêtres qui disparut bientôt, & fut remplacée par une forêt de pins,

de cyprès d'égale hauteur & d'autres arbres. Enfin tout ce ſpectacle ſingulier s'évanouit, & un petit vent frais ne laiſſa plus voir que la ſurface de la mer légèrement agitée. Ce ſont ces apparences brillantes & ſi changeantes auxquelles on donne ici le nom de *Fée Morgane*, dont la deſcription m'avoit toujours paru fabuleuſe, que j'ai enfin vue plus variée & plus magnifique encore qu'on ne me l'avoit dépeinte. Je crois encore, ajoute l'obſervateur, qu'il eſt vrai qu'elle ſe montre ſous l'apparence de diverſes couleurs répandues dans l'air, locales & changeantes, plus vives & plus belles que tout ce que l'art peut exécuter de plus parfait, même au-deſſus des ſpectacles fixes & ordinaires de la nature. J'en ſuis d'autant plus perſuadé, que je n'ai jamais vû d'effet auſſi brillant du clair obſcur que celui dont je viens d'être témoin (ſans doute qu'il indique les aurores boréales du nord). Il finit par demander au père Kir-

ker de l'inſtruire ſur l'art qu'emploie l'ouvrier admirable qui produit ces merveilles, & ſur la matière dont il ſe ſert pour donner avec tant de rapidité des variations ſi étonnantes & un ſpectacle ſi magnifique.

Le père Scotto, qui a rapporté la lettre dont nous venons de donner la traduction, fait à la ſuite l'extrait de la réponſe du père Kirker. Le docte jéſuite aſſigne la cauſe de toutes les merveilles obſervées par le père Angelucci à la configuration des terres qui bordent la mer de Sicile vis-à-vis de la Calabre; on y voit un terrein élevé ſous le nom de *Jinna*, d'une teinte obſcure, qui ſe termine au promontoire de Pélore, aujourd'hui *Capo di Faro*. Les bords de ce terrein & le fond de la mer, ſont couverts d'une eſpèce de gravier, où l'on trouve beaucoup de *ſélénites*, d'antimoines, & de matières vitrifiées tranſparentes, & la plupart aſſez éclatantes, qui y ſont en-

traînées par les eaux des pluies, & celle des ruisseaux qui coulent des montagnes voisines où ces minéraux sont fort abondans. Ces matières détrempées par les eaux de la mer, & mises en effervescence par le fluide ignée & la chaleur du soleil, se décomposent & se divisent en exhalaisons très-atténuées, qui s'élèvent dans l'atmosphère avec les vapeurs aqueuses, s'y répandent & y forment des traînées ou des bandes séparées les unes des autres, peut-être à diverses hauteurs, par des courans de vapeurs plus condensées, & prennent relativement au cours de l'air une sorte de disposition fixe qui en forme un miroir à différentes faces égales, qui pour le moment est de la plus grande perfection. Ce miroir aërien, qui, par rapport au spectateur, change souvent de situation, réfléchit à chaque changement l'image de nouveaux objets. Une seule colonne placée sur un des rivages de la mer du côté d'où ve-

noit la lumière, a pu par ſes réflexions multipliées ſur les diverſes faces du miroir, préſenter une multitude de colonnes à la ſuite les unes des autres; ainſi qu'un corps quelconque placé entre deux miroirs droits, qui ſont en oppoſition, préſente une longue ſuite d'objets ſemblables. C'eſt par la même raiſon que l'image d'un homme placé entre divers nuages tranſparens, qui la réfléchiſſent, peut être multipliée au point de donner l'apparence d'une armée aërienne. On peut concevoir la même choſe des arbres, des troupeaux, des maiſons. Quant aux variétés de ce ſpectacle qui préſente des colonnes, des arbres, des châteaux ou d'autres objets, elles ſont occaſionnées par la poſition de l'œil, relativement aux ſurfaces de ce miroir mobile formé de vapeurs & d'exhalaiſons ſuſpendues en l'air, qui change continuellement, & qui ſelon les règles des angles d'incidence & de réflexion, repréſentent

à l'œil différens objets multipliés & réfléchis ſous divers angles. On ne s'étonnera même pas que cette matière ſpéculaire puiſſe être portée dans l'air, & s'y réunir en couches de manière à repréſenter les objets, ſi on fait attention à des matières plus peſantes, & d'un volume plus conſidérable qui ſe diſperſent en l'air que l'on trouve renfermées dans les grains de grêle, ou qui retombent avec les pluies, ou qui ſont portées au loin par les vents.

Telle fut l'explication que donna le P. Kirker de l'eſpèce de météore vu par le P. Angelucci. Mais le miroir aërien, à l'aide duquel il explique tout ce que ce phénomène préſentoit de merveilleux, n'eſt-il pas imaginaire? & à s'en rapporter à la lettre de la deſcription, les colonnades, les châteaux, les arbres, n'étoient-ils pas multipliés ſur la ſurface même de la mer? n'étoient-ce pas les ombres très-étendues & réfléchies ſur les

plis inſenſibles des eaux, de quelques corps placés entre l'eſpace où ils ſe peignoient & le ſoleil, à meſure qu'il s'élevoit ſur l'horiſon? Cet aſtre peut donner le même ſpectacle à ſon coucher; je l'ai vu quelquefois à Veniſe, l'air étant calme & ſerein, la mer tout-à-fait unie, me promenant en gondole au-delà de la partie occidentale de la ville, entre Murano & les rivages qui lui ſont oppoſés. Alors on voit ſucceſſivement les figures multipliées des arbres, des maiſons, des animaux mêmes qui ſe trouvent ſur les rivages de la mer qui en ſont aſſez éloignés. La décoration change à meſure que le ſoleil s'abaiſſe, les ombres s'allongent, & on voit les mêmes apparences auſſi loin que la vue peut s'étendre ſur une mer libre & tranquille. Enfin toutes images diſparoiſſent, & on ne voit plus que de grands & larges rubans de différentes couleurs, dont la ſurface de la mer paroît couverte, & dont les teintes s'af-

foibliſſent à meſure que la lumière du jour diminue. Toutes ces apparences ſe forment à la ſuperficie des eaux, ſans qu'il ſoit néceſſaire d'imaginer en oppoſition aucun miroir aërien, dont les réflexions unies avec celles des eaux multiplient les objets à l'infini. On doit remarquer encore que ces phénomènes ne paroiſſent que le matin & le ſoir, lorſque l'air eſt le plus condenſé, ce qui leur donne un rapport plus ſenſible avec les autres météores emphatiques.

Ces ſortes de ſpectacles ſont faits pour frapper les imaginations aiſées à s'échauffer : elles y découvrent tout ce qu'elles prétendent y voir. Les apparences que prennent ſouvent les nuages ne ſont-elles pas capables de donner les idées les plus ſingulières à un peuple ignorant & déſœuvré qui s'occupe des formes biſarres qu'il y remarque, & des effets ſinguliers de lumière qui peuvent s'y rencontrer. Il ne faut qu'un homme en quelque cré-

dit dans sa nation, qui assure découvrir dans cet état du ciel, d'ordinaire assez tranquille, quelque pronostic effrayant, pour en persuader la multitude, & porter l'allarme dans tous les esprits. Les sauvages de la Louisiane, tout grossiers qu'ils sont, ne sont pas exempts de ces visions chimériques; on en jugera par le fait suivant.

Vers la fin du mois de mai 1726, dans le pays des Natchez, au trente-deuxième degré environ de latitude, le soleil fut caché toute une journée, de grands nuages très-distincts les uns des autres. Ils ne laissoient qu'en peu d'endroits assez de vuide entr'eux pour permettre de voir l'azur du ciel, & le soir ils se réunirent de façon à le couvrir entiérement: cependant on distinguoit leurs contours différens, & ils paroissoient à une grande élévation. L'air avoit été très-calme pendant tout le jour.

Le soleil se montra un instant avant que de se coucher dans un

petit eſpace découvert entre les nuages & l'horiſon, le tems continuoit d'être beau & tranquille : peu après tous les nuages devinrent lumineux, & réfléchiſſant la lumière, ils ſe teignirent de toutes ſortes de couleurs. Le contour de la plupart ſembloit être bordé d'or, d'autres n'en avoient qu'une foible teinture; il ſeroit très-difficile de décrire toutes les beautés que ces couleurs variées préſentoient à la vue, mais le tout enſemble faiſoit le plus beau coup-d'œil qu'il fût poſſible de voir. L'obſervateur dit qu'il étoit alors tourné du côté du levant; & dans le même-tems que la lumière réfléchie du ſoleil formoit cette décoration, il avançoit de plus en plus & ſe cachoit ſous l'horiſon. Quand il fut aſſez bas pour que l'ombre de la terre pût paroître ſur la convexité des nuages, un voile obſcur s'étendit du nord au ſud, & cacha la lumière qui éclairoit les nuages vers le levant : il les obſcurcit ſans empêcher

qu'on ne les distinguât parfaitement, ensorte que tous ceux qui se trouvoient sur cette ligne étoient lumineux d'un côté & sombres de l'autre. Ce charmant spectacle, de même que tous ceux qui frappent si fort les sens, & dont on ne voudroit jamais voir la fin, dura très-peu. (*Hist. de la Louisiane*, *tom.* 1. *pag.* 194. *Paris* 1758.

Quoique ce phénomène n'eût rien que de tranquille, qu'il ne fût remarquable que par les effets variés de la lumière du soleil couchant, il effraya les naturels de la Louisiane. Nous avons vu dans la théorie générale de l'air (*tom.* 2.) combien ces peuples redoutent les orages qui sont rares, mais presque toujours désastreux dans les régions qu'ils habitent. Leur ignorance sur les phénomènes de la nature ne leur présente les météores un peu extraordinaires, l'état du ciel plus sombre ou plus brillant qu'il n'a coutume de l'être, que comme le présage de quelque accident sinis-

tre. Sans doute que dans notre hémiſphère on ne leur attache pas tant d'importance, les ténèbres de l'ignorance n'y ſont pas ſi généralement répandues, mais certains traits de reſſemblance qui ſe trouvent dans tous les peuples de la terre, quels que ſoient leurs inſtitutions & leurs mœurs, nous apprennent que les préjugés populaires ſur les ſignes qui paroiſſent au ciel, ſont très-communs & ont encore beaucoup de force : mais on n'oſe en convenir, lors même que l'on s'y abandonne.

Au reſte, ces phénomènes ſont ſi multipliés, que l'on peut aſſurer que chaque région a les ſiens qui lui ſont particuliers. Mais comme leur apparence dépend de la température de l'air & des ſubſtances légères qui y ſont accidentellement répandues, il peut ſe faire que des circonſtances extraordinaires les modifient de manière à produire quelquefois des météores inconnus, dès-lors plus capables d'étonner

ceux *qui les* verront de plus près, qui s'en trouveront enveloppés, & de leur causer des révolutions dangereuses. Quel seroit la surprise des peuples s'ils étoient témoins des phénomènes singuliers que l'on observe dans la partie de l'Afrique qui s'étend entre le royaume de Tripoli & celui de Barca, vis-à-vis le golfe appellé les Seiches d'Afrique, que les anciens nommoient *les Syrtes*. Ce pays désert n'est fréquenté aujourd'hui que par quelques Arabes vagabonds, qui n'y ont aucun établissement fixe. Diodore de Sicile (*a*) nous apprend » qu'en tout tems, mais sur-tout » lorsqu'il ne fait point de vent, » l'air y paroît rempli de figures » d'animaux, dont les unes sont » immobiles & les autres semblent » se remuer; quelques-unes parois-

(*a*) Hist. univers. de Diodore de Sicile, trad. de l'abbé Terrasson, tom. 1. l. 3. n. 26. *in*-12. Paris 1737.

» ſent fuir, & d'autres pourſuivre » ceux qui marchent ; mais elles » ſont toutes d'une grandeur ex- » traordinaire, & rien n'eſt plus » capable d'effrayer ceux qui ne » ſont pas faits à ce ſpectacle : car » quand elles tombent ſur les paſ- » ſans, elles leur font ſentir une » eſpèce de palpitation, avant que » de les glacer par leur humidité. » Ce phénomène épouvante les » étrangers, mais les habitans du » pays eſſuyent cette incommodité » ſans s'en mettre en peine. » On a crû trouver la cauſe phyſique de ce fait extraordinaire dans le calme qui règne ordinairement dans l'at- moſphère de cette contrée.

» Il ne ſouffle point de vent dans » ce pays, ou s'il en ſouffle quel- » qu'un ce ne peut être qu'un vent » foible : c'eſt pourquoi l'air y eſt » toujours dans une grande tran- » quillité. D'ailleurs n'y ayant dans » les environs ni bois, ni collines, » ni vallées, ni rivières, & la terre » ne produiſant point de fruits,

» il ne s'y engendre par conséquent
» point de ces vapeurs, qui sont
» ailleurs le principe & la cause de
» tous les vents. Ce repos de l'air
» le rend extrêmement épais : ainsi
» les nuées qui y sont poussées des
» pays circonvoisins, trouvant une
» espèce de résistance, prennent dif-
» férentes formes, & se pressent les
» unes contre les autres ; comme
» nous voyons qu'il arrive ici dans
» les tems pluvieux & agités. Dès
» que ces nuées ont passé dans cet
» air tranquille, leur poids les fait
» tomber vers la terre dans la figure
» où elles se trouvent, & elles sui-
» vent l'impression que leur donne
» le premier corps vivant qui s'en
» approche. Car il ne faut pas s'i-
» maginer que le mouvement qu'el-
» les paroissent avoir, parte d'une
» volonté qui soit en elles : mais
» les hommes ou les bêtes qui mar-
» chent, les poussent devant eux,
» ou les font suivre avec l'air qui
» les environne, & qui entraîne
» aisément des substances si légères ;

» & lorſqu'ils s'arrêtent & revien-
» nent ſur leurs pas, il n'eſt pas
» étonnant que leur rencontre ſu-
» bite décompoſe ces figures qui les
» inondent en ſe détruiſant. »

Nous ne tenterons pas de donner une explication plus détaillée de ce phénomène, celle que rapporte Diodore de Sicile paroiſſant avoir été faite par des obſervateurs intelligens. Nous ajouterons ſeulement que ſi le pays où cette eſpèce de météore ſe forme nous étoit plus connu, il n'eſt pas douteux que l'on n'y découvrît une quantité d'autres phénomènes ſinguliers, qui tiennent aux diſpoſitions habituelles de ſon atmoſphère, dont nous ne pouvons pas nous faire une idée, puiſque ces calmes de terre ſont tout-à-fait inconnus dans nos contrées. On ne pourroit retrouver quelque choſe d'approchant que dans l'état des nuages, aux ſommets des plus hautes montagnes du monde qui pénètrent juſqu'à cette région de l'air où les vents ne s'é-

lèvent que rarement, & où dès-lors les calmes doivent être plus fréquens. Quant au mouvement de ces nuages figurés, rien n'y ressemble plus que celui des feux folets dont nous parlerons dans le neuvième tome de cette histoire.

Fin du tome septième.

LIVRES NOUVEAUX

Qui se trouvent chez SAILLANT & NYON, Libraires à Paris.

HISTOIRE des douze Césars de Suétone, en latin & en françois, traduction de M. Henri Ophellot de la Pause, avec des mélanges philosophiques & des notes. *in-8. 4 vol. très-belle édition.*

Bibliotheque des anciens Philosophes. *in-12. 9 vol.*

Poësies sacrées, pour l'éducation des jeunes personnes. *in-8. avec les airs notés.*

Tomes XIII & XIV de l'Histoire du Bas-Empire, de M. le Beau.

Élémens d'Histoire de France, de M. l'Abbé Millot. *nouv. édit. in-12. 3 vol.*

Histoire de Charles V, de Robertson. *in 4. 2 vol.*

La même. *in-12. 6 vol.*

Instituts de Justinien. *in*-12. 7 *vol.* *nouv. édit.*

Loix Ecclésiastiques, de M. d'Héricourt. *nouv. édit. augmentée considérablement.*

Extrait des Epîtres de Séneque, de M. Sablier. 1 *vol. in*-12.

Maladies des Enfans, *trad.* de Wanswieten, par M. Paul. 1 *vol.*

Table de la Matière Médicale, de M. Geoffroi. *in*-12. 1 *vol.*

Jurisprudence de Guy-Pape. *in*-4. 1 *vol.*

Histoire de l'ancien & du nouveau Testament, de Calmet. *in*-12. 5 *vol.*

Suite de François I, tomes V, VI & VII, & une nouvelle édition. 8 *vol. in*-12.

Manuel du Chrétien en françois, contenant, en un seul volume *in*-18. le nouveau Testament, le Pseautier & l'Imitation. *nouv. édit. très-belle.*

Dictionnaire de Droit Canonique. *in*-4. 4 *vol.*

Dictionnaire Philosopho-Théologique. *in*-8. 1 *vol.*

Inſtitution au Droit Canonique. *in*-12. 10 *vol.*

Hiſtoire des Cauſes premieres, & Ouvrages Grecs d'Ocellus Lucanus, de Timée de Locres, & de la Lettre d'Ariſtote à Alexandre, traduits par M. l'Abbé Batteux. 2 *vol. in*-8.

La Henriade de M. de Voltaire, *in*-8. 2 *vol. gr. pap. avec de très-belles Vignettes & Eſtampes.*

Lettres d'un François nommé Brutus. *in*-8. 1 *vol.*

De la maniere d'apprendre les Langues, par M. l'Abbé de Radonvilliers. *in*-8. 1 *vol.*

Hiſtoire d'Angleterre, de M. Humes. *in*-4. 6 *vol. nouv. édit.*

La même. *in*-12. 18 *vol.*

Hiſtoire d'Angleterre, depuis le Traité d'Aix-la-Chapelle, juſqu'à la Paix de 1763, par M. Targe, ſervant de ſuite à celle de M. Humes. *in*-12. 5 *vol.*

Rhétorique Latine, de M. Crevier. *nouv. édit.*

Rhétorique Françoiſe, du même. 2 *vol.*

Tomes V & VI du Tableau Historique des Gens de Lettres.

Tome VI de l'Abrégé *de l'Histoire de France*, de M. l'Abbé Velli.

Dictionnaire d'Architecture navale, civile & militaire. *in* 4. 3 *vol. avec beaucoup de figures.*

Nouvelle édition du Dictionnaire de Trévoux, proposée par souscription.

La Banque rendue facile, par Giraudeau. *nouv. édit. in*-4. 1 *vol.*

Dictionnaire Anglois & François de Boyer. *in*-4. 2 *vol. nouv. édit.*

Le même. 2 *vol. in*-8.

Dictionnaire Italien & François, d'Antonini. *in*-4. 2. *vol. nouv. éd.*

Iliade d'Homère en vers françois, par M. de Rochefort de l'Acad. *in*-8. 4 *vol.*

Institution au Droit de légitime. 2 *vol. in*-12.

Justice des Seigneurs. *in*-4. 1 *vol.*

Tome VI des Œuvres de M. d'Aguesseau. *in*-4.

Méthode du Blazon. *nouv. édit. augm. in*-8. 1 *vol.*

Manuel Foreſtier. *in*-12. 1 *vol.*
Géographie de Crozat. *nouv. édit.*
Vente des Immeubles, de M. d'Héricourt. *in*-4. *nouv. édit.*
Géographe Pariſien. *in*-8. 2 *vol.*
Hiſtoire de Picardie. *in*-12. 2 *vol.*
Hiſtoire de France de Velli, dédiée au Roi. *in*-4. 10 *vol.*
Bibliotheque de Madame la Dauphine. *in*-8. 1 *vol. fig.*
Deuxieme Partie de l'Art du Menuiſier, de l'Académie des Sciences. *in-fol.*
Deuxieme & troiſieme Section de l'Orgue. *in-fol.*
Art du Brodeur. *in-fol.*
Art de l'Indigotier. *in fol.*
Art des Pêches, de M. Duhamel, 3 *ſections.*
Hiſtoire d'Italie, de l'Abbé Richard. *in*-12. 6 *vol. nouv. édit.*
Traité des Subſtitutions, de M. d'Agueſſeau. *in*-4. 1 *vol.*
Queſtions de Rodier. *in*-4. 1 *vol.*
Mélanges de Littér. d'Hiſtoire, &c. par M. d'Orbeſſan. *in*-8. 4 *vol.*
Coutume de Toulouſe. *in*-4. 1 *vol.*

Philoſophie de la Nature. *in-12. 3 vol. fig.*

Voyage aux Iſles Malouïnes. *in-8. 2 vol. fig.*

Hiſtoire Eccléſiaſtique de Fleuri. *in-12. 40 vol. nouv. édit.*

La même. *in-4. 37 vol. nouv. édit.*

Eſſai Analyt. ſur les facultés de l'ame, de Bonnet. *in-8. 2 vol.*

Hiſtoire de l'Egliſe de Lyon. *in-4. 1 vol.*

Traduction d'Æſchyle. *in-8. 1 vol.*

Conſidérations Philoſophiques. *in-8. 1 vol.*

Philoſophie Naturelle, *trad. de l'Anglois. 2 vol. in-12.*

Dictionnaire des richeſſes de la langue Françoiſe. *in-8.*

Alcoran de Mahomet, traduit par Duryer. *2 vol. in-12.*

Recherches ſur l'entendement humain. *2 vol. in-12.*

Principes Philoſophiques. *in-12.*

Lettres d'un Américain.

Choix varié de Poëſies. *2 vol. in-12.*

Deſcription de Surinam. *2 vol. in-8.*

Fin du Catalogue.

TABLE
DES MATIERES
DU TOME SEPTIEME.

A

AGATARCHIDE, ancien écrivain grec, cité. *page* 425
AIGUILLES de glace ou de neige. 62
AIR : ses dispositions lorsqu'il doit grêler, 146. & 176. — comment elles favorisent la formation de la grêle, 163. — comment il doit être modifié pour voir l'arc-en-ciel, 265. — pour produire les halos, 344
ALBERT LE GRAND : ses expériences sur l'arc-en-ciel, 232
AMBASSADEUR turc : se fait un logement sous la neige, 89
AMOUR, fleuve de Sirie dans le Liban, 145
ANGLES des rayons de lumière dans l'arc-en-ciel, 217
APPARENCE des halos & couronnes dépend de l'état de l'atmosphère, 357
ARC-EN-CIEL : merveille de la nature, 201. — sa beauté & ce que les anciens en ont pensé, 202. — pris pour un si-

phon par les poëtes, 206. — comment différentes nations en parlent, *ibid.*
ARC-EN-CIEL vu à la cascade de Terni, 222 & *suiv.* 227
ARC-EN-CIEL double, 258. — comment il est produit, 259
ARC-EN-CIEL : comment il diminue de grandeur, 266. — angles qu'il forme relativement à l'observateur, 268. — heures où il paroît par rapport à la position du soleil, 270. — pourquoi il semble suivre ceux qui s'en éloignent, & devancer ceux qui s'en approchent, 271
ARC-EN-CIEL renversé : comment il se forme, 273. — petits arcs-en-ciel de mer renversés, 275. — arc en-ciel vu après le coucher du soleil, 277
ARC-EN-CIEL triple, vu par Celsius en Suéde, 282. — autre vu à Chester par M. Halley, 285. — causes de ce phénomène, 286. — ses variétés, 291. — autre vu en Laponie par M. Outhier, 299. — même phénomène observé sur les Andes, 303. — ses causes, 306
ARCS-EN-CIEL blancs, vus dans le nord, 306. — sans couleur, comment ils se forment, 313. — observés au Pérou par M. Bouguer, 296
ARCS excentriques : par qui observés d'abord, 289
ARMÉNIE : pourquoi si froide, 124
ARISTOTE : comment il a vu & expliqué

l'arc-en-ciel, 210. — Ariſtote & Pline, ce qu'ils ont dit des parélies, 376

AUGURES : comment ils diviſoient le ciel, 25

AURORES boréales : ce que l'on en a penſé, & comment on les voit à préſent, 11. — produites par l'évaporation de la neige, 122. 137

B

BARTHOLIN, médecin danois : ce qu'il dit des uſages de la neige, 109

BAROMÈTRE : peut annoncer la chûte de la neige, 136

BLANCHEUR, (la) n'eſt point un effet du froid, 73. — de la neige, ſa vraie cauſe, 74

BROUILLARD léger ſur lequel ſe forme l'arc en-ciel, 223. — ſes modifications différentes, 224

C

CALME perpétuel de l'air, où il peut exiſter, 85

CASCADE de Terni : tems où elle a été formée, 229. — du fleuve de Saint Laurent en Amérique, 230

CAUSES générales & particulières de l'apparence, des couleurs & de la forme de l'arc-en-ciel, 262 & *ſuiv.*

Cécité occaſionnée par la neige, 128 — comment les ſauvages du nord la préviennent, *ibid.* — exemple tiré de Xénophon à ce ſujet, 129. — ce qu'en diſoit un médecin anglois, *ibid.*

Cercle de l'arc-en-ciel : a toujours *les* mêmes dimenſions, 257. — pourquoi on n'en voit que des parties. Obſervation. *ibid.*

Cercles différens, vus autour du ſoleil avec des parélies, 368

Chaleur qui précède les orages de grêle, ſa cauſe, 180. — comment elle peut accélérer la formation de la grêle, 181

Chiens dreſſés à chaſſer ſous la neige, 89. — exemple de leur fidélité, 131

Clavessin oculaire du P. Caſtel, jéſuite, 244

Corps tranſparens réduits en parties inſenſibles, pourquoi ils paroiſſent blancs, 73

Couleurs de l'arc-en-ciel, ce qu'elles ſont, 212. 215. — comment produites, 215. — dans quel ordre elles paroiſſent, 234. — vraie manière de les concevoir, 245 — leur variété admirable, ſuivant Sénèque, & leur mélange, 247

Couronne colorée qui accompagne les parélies, 362

Croix lumineuſes vues dans *l'air : comment* produites, 430

Cylindres & ſurfaces de glaces, imaginés par Deſcartes & Huighens pour la

formation des halos, 344 *& suiv.*

D

DAMPIER : ſes obſervations ſur les halos, relativement aux tempêtes, 359

DESCARTES : ſes obſervations ſur la neige & ſur la manière dont elle ſe forme, 40. & 50. — comment il obſerve l'arc-en-ciel, 238. ſes expériences vérifiées, 239 *& suiv.*

DIEUX infernaux : pourquoi crus les auteurs du déſordre apparent dans la nature, 21

DOMINIS : (Marc-Antoine de) ſes obſervations ſur l'arc-en-ciel, 236

E

EAU de neige contraire à la ſanté, 132. — ce qu'en penſoient Ariſtote & quelques anciens, 133

EFFET de la chaleur & de la lumière ſur l'atmoſphère de l'Afrique, 427

ENFANS : pourquoi ils s'effrayent de tout, 5. — comment on peut les raſſurer, 7

ÉTOILES de neige : comment elles ſe forment, & leurs différences entr'elles, 38. — à pointes fleurdeliſées, 46

F

FACTION du cirque consacrée à l'*iris*, 205

FÉE MORGANE, espèce de météore lumineux, 432. — description de ses singularités, 433. — explication qu'en donne le P. Kirker, 436. — comparée à l'état de la mer vue à Venise au soleil couchant, 440

FEU : son action sur toute la matière, 10. — ses effets connus, 11. — il est répandu par-tout, 12. — origine de son culte, 17. — image du pouvoir immortel, 24. — simbole de la vie & de la multiplication, *ibid.*

FEU terrestre ou fluide ignée : son action combinée avec le soleil, 13. — son influence sur la fertilité de quelques régions, 14. - idée de son action, 17

FEUILLÉE, minime : phénomènes qu'il observe en Amérique au lever du soleil, 428

FINOIS & Lapons : comment ils courent sur la neige, 121

FLECHES glaciales observées à la baie de Hudson, 51. — cylindriques suspendues en l'air, leur usage, 371

FLOCONS de neige : leur grosseur & figure, 33. — comment ils grossissent & changent de forme, 34. — pourquoi ainsi appellés, 35. — pourquoi séparés, &

pourquoi ils se mélent, 36. — ce qu'ils ont été d'abord, & leur première forme, 37. — flocons d'une grosseur extraordinaire, 39
FORGERON mort sur la neige & pourquoi, 131
FORMATION de la neige comparée à celle de la glace, 69
FORME essentielle de la neige & pourquoi elle change, 63. 67. — de l'arc-en-ciel, à quoi d'abord attribuée, 249. — ses causes réelles, 250 *& suiv.* — pourquoi on le voit toujours sous la même forme, 254
FROID : comment il modifie la neige, 65. —— extrême, son effet sur les terres & les corps, 74. — de la neige égal à celui de l'air, 88
FROID & gelée occasionnés par la neige, 123
FUMÉE de gelée ou vapeur glaciale, 51

G

GASSENDI : remarque sept couleurs dans l'arc-en-ciel, 242
GÉNIE philosophique : comment il pénètre dans les secrets de la nature, 50
GOÊTRES des Savoyards causés par la neige, 134. — & ceux des habitans de Tipra, 135
GOUTTES de pluie & de rosée se colorent au soleil comme l'arc-en-ciel, 220. 234

GRAINS de *grêle différemment modifiés*, 148. — *pour* la grosseur & la forme & *pourquoi*, 157. — leur grosseur ordinaire, 158. — cause de leur grosseur extraordinaire, 159. — leur forme *ordinaire*, 171. — pourquoi elle devient irrégulière, 172

GRÊLE : comment elle s'annonce avant que de tomber, 146. — n'a aucun avantage connu, 148. — sa matière, & comment elle se forme, 149. 151. — transparente ou opaque, 152. — corps étrangers qui s'y trouvent, 165. — bruit qui la précède, comment produit, 168. — d'une grosseur prodigieuse tombée en différens endroits, 169. — comment elle peut se former, 170. — tombe d'ordinaire avec de la pluie & pourquoi, 174. — tombe inégalement & par bandes, pourquoi, 182. — en hiver comment produite, 183. — tombe dans tous les climats, 184. — se forme à différentes hauteurs, 189. — comment on le connoît, 193. — relativement aux saisons, 194

GRESIL, ou petite grêle, 195. — ses effets sur les plantes, 197. — petite grêle des saisons froides, 198

GROENLANDIENS, Samoïedes & *Eskimaux* leur couleur, 73

H

HALOS de ſoleil & de lune : comment ils ſe forment, 329. — pourquoi plus fréquens autour de la lune, 331. vus dans les bains fermés & autour d'une chandelle, 332. — comment on s'en donne le ſpectacle, 334
HALOS ou couronnes vus en différentes ſaiſons : comment ils paroiſſent dans les grands froids, 335. 337. —— couleurs que l'on y remarque, 339. 349. — phénomènes communs par-tout, 352. —— ſur-tout en Amérique ſeptentrionale, 355. —— n'annoncent ni le beau ni le mauvais tems, 358
HAUTEUR différente des montagnes où ſe conſerve la neige, de l'équateur au pole, 81
HAUTEUR de l'arc-en-ciel, 248
HUIGHENS : explication qu'il donne de la cauſe des parélies, 371 & *ſuiv.*

J

JAPON : ſes orages périodiques, 192
IDÉES du vulgaire à la vue de la plupart des phénomènes de l'air, 441
IRIS : pourquoi dite fille de Thaumas, 203. —— pourquoi attachée au ſervice de Junon, 204

IRIS lunaires *obſervées* en différens climats, *314.* — ſingulières vues au Pérou, *317.* — ſont colorées dans les Indes Orientales, 318. — leurs variétés en Europe, 320
IRIS perpendiculaires ou verges, 321 & *ſuiv.* — leur forme, & les cauſes de leur apparence, 326
ISLANDOIS : conſervent leurs proviſions dans la neige, 111
ISLE DE FER : a beaucoup de neiges, 93

L

LAPONS : comment ils marquent les chemins dans les montagnes couvertes de neige, 116
LAVANGES ou chûtes de maſſes de neige, 142
LIBAN : partie d'une de ſes montagnes s'écroule, 144
LIGNE du froid marquée par les hauteurs où ſe conſerve la neige, 79 & *ſuiv.*
LUCRECE, poëte : cité ſur les erreurs populaires, 5. — ſur l'arc-en-ciel, 209
LUMIERE : comment elle ſe répand, 340. — ſes modifications diverſes, 342

M

MARC-ANTONIO DE DOMINIS : explique le premier les cauſes de l'arc-en-ciel, 214.

MARS : ce qui a donné l'idée de ſes amours avec Vénus, 19. 21. — comment on peut les expliquer, 22
MATIERES glaciales de l'air : varient les formes de la neige, 71
MATIERE éthérée ou fluide ſubtil contenu dans la neige, 97
MER d'Allemagne : pourquoi elle bouillonne quand il grêle, 185
MÉTÉORES ſinguliers : pourquoi ils effrayent, 3. — brillans de l'air : leurs cauſes générales, 25. — aqueux : leur matière eſt ſemblable, 27. — emphatiques : comment on doit les conſidérer, 200. — ſinguliers de quelques déſerts de l'Afrique, 446
MONTAGNES de Sibérie : leur hauteur & étendue, 82. — de neige du Groenland & du Spitzberg, 84
MUSSENBROECK : ſes obſervations ſur les variétés des figures de la neige, 69

N

NATURE : progrès faits dans ſa connoiſſance, 9. — changemens merveilleux qui arrivent dans ſon économie, 19
NEIGE, pluie & grêle ont la même matière, 28
NEIGE : conſidérée ſortant du nuage, 28. — pourquoi elle tombe en quittant le nuage, 29. — comment elle ſe condenſe, 31. — ce qui en fait un météore

distingué, 35. — semblable à de petites *lames* de glace, & comment formée, 41. — informe & mince : quelle est sa matière, 47. — quand elle est plus abondante, 49. — variété de ses figures, 53. — comment elle est déterminée à les prendre, 55. — comment elle se forme suivant quelques observateurs, 56. — au Spitzberg & dans les Terres Polaires, 58. 61

NEIGE qui se forme dans les logemens, en Laponie & à la baie de Hudson, 57

NEIGE : sa forme dans les Terres Arctiques fait distinguer le degré du froid, 60. — ses formes différentes observées à Varsovie, 63. — est essentiellement dure, 71. — cause de sa légèreté & de sa blancheur, 72. — froide au tact & pourquoi, 75. — chaleur qu'elle cause ensuite, *ibid.*

NEIGE de Sibérie : comment modifiée, 83. — se forme à différentes hauteurs, 87. — en quelle quantité elle tombe dans nos climats, 91. — extraordinaire & abondante dans l'Apenin, 94. — quantité de neige de l'hiver de 1769 à 1770, 95. — cause de sa légèreté, 97. — quelle quantité d'eau elle donne en se fondant *99 & suiv.*

NEIGE : fertilise les terres, & pourquoi, 101. 106. 113. — utile aux habitans des Alpes, 104. — quelquefois nuisible aux arbres & aux plantes, 102. — à

quoi on l'emploie dans les pays chauds, 109. — préserve les corps de la corruption, 110. — rend l'air lumineux dans les climats du nord, 115. — son utilité dans les pays septentrionaux, 114. — facilite les voyages de jour & de nuit, 115. — nécessaire pour faciliter le commerce du nord, 118. — neige des montagnes rafraîchit l'air des pays chauds, 124. — ne nourrit point d'animaux, 125. — est contraire à leur santé & à leurs forces, 126

NEIGE qui se détache des montagnes, 139. — comment elle reste suspendue à la surface de la terre, 140

NEWTON : ses expériences sur l'arc-en ciel, 243. — ce que Fontenelle en a dit, 244.

NITRE répandu dans l'air, cause de la grêle, 190

NUAGES : comment on les voit du haut des montagnes, 29. — comment ils sont dissous & divisés, 30. — sont condensés d'abord par la chaleur, 31. — nuages à neige, comment représentés par Descartes, 32. — nuages & brouillards vus sous différens aspects, 48. — pourquoi les anciens regardèrent les nuages comme des masses de glace, 166

O

OBSERVATIONS sur des orages accompagnés de tonnerre & de grêle, 153 &

suiv. — d'un arc-en-ciel vu de Paris, 280. — d'un autre remarqué en Basse-Saxe, 266. — autres sur des arcs singuliers, 292
Orages de grêles extraordinaires en divers endroits, 160
Ovide : cité sur l'arc-en-ciel, 147
Ours des Terres Arctiques : leur féroce intrépidité, 126

P

Pays plus exposés à la grêle, 186
Paraselenes, 411. — observations de ce météore, 413. — causes de ses variétés, 421. — de quel présage pour la crédulité, 2. — parasélènes vues en 1202, quel indice on en tira, 2
Parélie : ce que c'est, 360. — multipliés : comment ils se forment, 361. 370. — parélies sous un ciel serein & sans nuages, 363. — dans quelles saisons ils sont plus fréquens, 365. — remarquables, observés à Paris, 366. — de l'Amérique méridionale, 379. — autres vus en France, 380. — causes des apparences singulières de ces météores, 382. — ne se voient pas les mêmes à quelque distance les uns des autres, 385. — état de l'atmosphère & des vents lorsqu'ils se forment, 388. — matières sur lesquelles ils paroissent, 390. — parélies blancs : comment pro-

duits 384. — ce qu'ils annoncent quelquefois au peuple, 2
PÉRUVIENS : leurs idées ſur l'iris, & ce qu'ils en redoutent, 205
PHÉNOMÈNES : (les grands) idées qu'ils préſentent, 1. —— du feu : quelles idées ils donnèrent aux premiers hommes, 4. —— du froid : obſervés au port Nelſon, 52. —— extraordinaires de la chûte de la neige, 138. —— ſinguliers occaſionnés par le ſoleil, en différentes régions, 400 *& ſuiv.* —— leurs cauſes, 406. —— lumineux ou effet de lumière obſervé en Afrique, 425. —— autre à la Louiſiane, 442
PHILOSOPHES : (les premiers) comment ils inſtruiſirent les peuples, 8
PLINE le naturaliſte : à quoi il compare les tremblemens de terre, 16. —— compare la neige à une nourrice, 107. —— comment il explique l'arc-en-ciel, 211. 213. 209.
POETES philoſophes & légiſlateurs, 23
POSITION du ſpectateur pour obſerver l'arc-en-ciel, 264
POSSIDONIUS, aſtronome ſuivi par Sénèque, 211
PROGNOSTICS incertains de la neige, 135

R

RAYONS ſolaires : comment modifiés dans différentes régions, 298

RENNES : *quand ils* ſont plus aiſés à gouverner, & de meilleur ſervice, 119
RESPIRATION rendue difficile par la neige, 130

S

SÉNÈQUE le philoſophe : ce qu'il dit des poſitions de l'arc-en-ciel & de ſes préſages, 208
SOLEIL : ſa chaleur, comment elle agit, 13. —— adoré par quelques habitans des Terres Polaires comme cauſe de la chaleur, 18
SOLEILS ou figures du ſoleil multipliées, 392. —— cauſes ſuppoſées de ce phénomène, 395. —— il eſt commun dans les Terres Polaires, 398
SUEDE : quantité de neiges qui y tombent, 90
SUÉDOIS : remarque qu'ils font ſur la chûte de la neige, 137
SYSTÊMES : leur durée & leur utilité, 9

T

TEMPÉRATURE de l'air propre à la neige, 77. —— propre à la formation des parélies, 377
TERREINS qui ſe ſont *détachés* & ont coulé des côteaux dans la plaine, en France, en Allemagne & en Aſie, 142
THÉORIE vraie de l'arc-en-ciel, 217 & *ſuiv.*

THERMOMÈTRE plongé dans la neige, ses variations, 76
THOR, divinité du nord : son culte, 187
TRAINEAUX ou *pulkas*, voiture de Laponie, 120
TREMBLEMENS de terre, phénomènes du feu terrestre, 15

V

VAPEURS & exhalaisons : comment elles se réunissent & se séparent, 27. —— de la neige troublent l'organisation, 127. —— répandues dans l'air contrarient les observations des astronomes, 357
VÉLINO, rivière qui forme la cascade de Terni 223
VENTS : commencent la dissolution des nuages, 31. —— comment ils agissent sur les nuées à neige, 45. 48. —— s'ils contribuent à la formation de la neige, 52. —— des équinoxes, leurs causes, 98. —— opposés qui précèdent la chûte de la grêle, 168. —— indécis lorsqu'il doit grêler, 178. —— bruit aërien qui les accompagne, comment produit, 179
VÉNUS & Vulcain : leur mariage, ce qu'il désigne, 184
VERS blancs de Perse, qui se nourrissent dans la neige, 125. —— vus tomber avec la neige : d'où il sortoient, 138
VITELLION, polonois, donne une bonne

explication de l'arc-en-ciel, 233
VOYAGEURS : comment ils paſſent la nuit ſous la neige, 89

Y

YORCK : (nouvelle) abondance de ſes neiges, 91

Z

ZIEGENBERG, montagne qui s'eſt écroulée en Bohême, 144
ZONE ou ceinture de neige des Cordilières : ſa hauteur, 85

Fin de la Table du Tome ſeptième.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Richard, Jérôme,

Histoire Naturelle De L'Air Et Des Météores

Bd.: 7

Paris (1771)

Phys.sp. 565-7
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10138273-2
(null)